



Kosteneffectieve oplossing voor fosfaatprobleem met Nederlandse vleesvarkensmest

Toepassing van MERIT-model

C.P.A. van Wagenberg, A.F. Greijdanus en H.H. Luesink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kosteneffectieve oplossing voor fosfaatprobleem met Nederlandse vleesvarkensmest

Toepassing van MERIT-model

C.P.A. van Wagenberg, A.F. Greijdanus en H.H. Luesink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Kennisbasis onderzoeksthema 'Biobased Circular Economy' (projectnummer KB-26-010-005) en het Kennisbasis onderzoeksthema 'Resource use efficiency' (projectnummer KB-30-002-006-LEI).

Wageningen Economic Research
Wageningen, februari 2018

RAPPORT
2018-020
ISBN 978-94-6343-748-6

C.P.A. van Wagenberg, A.F. Greijdanus en H.H. Luesink, 2018. *Kosteneffectieve oplossing voor fosfaatprobleem met Nederlandse vleesvarkensmest; Toepassing van MERIT-model*. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2018-020. 36 blz.; 14 fig.; 6 tab.; 15 ref.

Nederlandse vleesvarkens produceren ongeveer 24,0 miljoen kg fosfaat in hun mest, terwijl er in Nederland in 2018 maar plaatsingsruimte is voor 10,8 miljoen kg. Berekeningen met het MERIT-model tonen aan dat verlaging van het fosforgehalte in het voer economisch niet aantrekkelijk is om dit probleem op te lossen. Verwerking van vleesvarkensmest is wel economisch aantrekkelijk, met als meest aantrekkelijke technieken volledig korrelen en korrelen van de dikke fractie na scheiden met een decanteercentrifuge. Dit is bij de veronderstelling dat de prijs van de korrels bepaald wordt door de mineraleninhoud van de korrels.

Dutch finishing pigs produce around 24.0 million kg of phosphate in their manure, whereas only 10.8 million kg can be applied in the Netherlands in 2018. Calculations with the MERIT model show that lowering the phosphor content in the pig feed is economically not interesting to solve this problem. Processing the manure is economically interesting, with the most promising techniques granulating the manure and granulating the thick fraction after separation the manure with a decanting centrifuge. This is under the assumption that the price of the granulate is determined by their mineral content.

Trefwoorden: Mest, fosfaat, mestverwerking, vleesvarkens, Nederland

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/442347> of op www.wur.nl/economic-research (onder Wageningen Economic Research publicaties).

© 2018 Wageningen Economic Research
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E communications.ssg@wur.nl,
www.wur.nl/economic-research. Wageningen Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.



Wageningen Economic Research hanteert voor haar rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie.

© Wageningen Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2018
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Economic Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Economic Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Wageningen Economic Research Rapport 2018-020 | Projectcodes 2282100206 en 2282200304

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	6
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	6
	S.2 Overige uitkomsten	7
	S.3 Methode	7
	Summary	8
	S.1 Key findings	8
	S.2 Complementary findings	9
	S.3 Methodology	9
1	Inleiding	10
	1.1 Aanleiding	10
	1.2 Vraagstelling en doel	10
2	Methode en materiaal	11
	2.1 Methode en conceptueel model	11
	2.2 Afbakening en uitgangspunten	12
	2.3 Modelinput	13
3	Resultaten	19
	3.1 Normaal P-gehalte in vleesvarkensvoer is economisch optimaal	19
	3.2 Fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland geen invloed	21
	3.3 Korrelen van dikke fractie en ruwe mest meestal economisch optimaal	23
	3.4 Korrelen van dikke fractie en ruwe mest hebben de laagste nettokosten	26
4	Discussie, aanbevelingen en conclusies	29
	4.1 Discussie	29
	4.2 Aanbevelingen	30
	4.3 Conclusies	30
	Literatuur en websites	31
	Bijlage 1 Optimale oplossing bij verschillende fosfaatafzetruimtes voor vleesvarkensmest in Nederland	32
	Bijlage 2 Optimale oplossing bij organischestofwaarde van € 0,05/kg	35

Woord vooraf

Nederlandse vleesvarkens produceren ongeveer 24,0 miljoen kg fosfaat in hun mest, terwijl er in Nederland in 2018 maar plaatsingsruimte is voor 10,8 miljoen kg. De geanalyseerde oplossingen voor het fosfaatprobleem met Nederlandse vleesvarkensmest op sectorniveau zijn het P-gehalte in het voer van vleesvarkens (normaal, laag en zeer laag) en de techniek om de mest te verwerken (decanteercentrifuge met composteren van de dikke fractie, decanteercentrifuge met korrelen van de dikke fractie, centraal verwerken van de ruwe mest via korrelen, BioEcoSIM-proces, geen mestverwerking). Het Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT, Model voor Economisch Robuuste Investeringsbesluiten) is gebruikt voor het bepalen van de economisch optimale oplossing. MERIT is een wiskundig optimalisatiemodel dat de economisch meest aantrekkelijke oplossing bepaalt uit een aantal mogelijke oplossingen als er grote onzekerheden bestaan rond de prijzen van grondstoffen en van eindproducten en rond de kwaliteit van de eindproducten.

Berekeningen met MERIT laten zien dat verlaging van het fosforgehalte in het voer economisch niet aantrekkelijk is om dit probleem op te lossen. Verwerking van vleesvarkensmest is wel economisch aantrekkelijk, met als meest aantrekkelijke technieken volledig korrelen en korrelen van de dikke fractie na scheiden met een decanteercentrifuge, onder de veronderstelling dat de prijs van de korrels bepaald wordt door de mineraleninhoud. Het cluster KB-26 Biobased Circular Economy en het cluster KB-30 Resource Use Efficiency, beide gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken, worden bedankt voor de financiering van dit project.



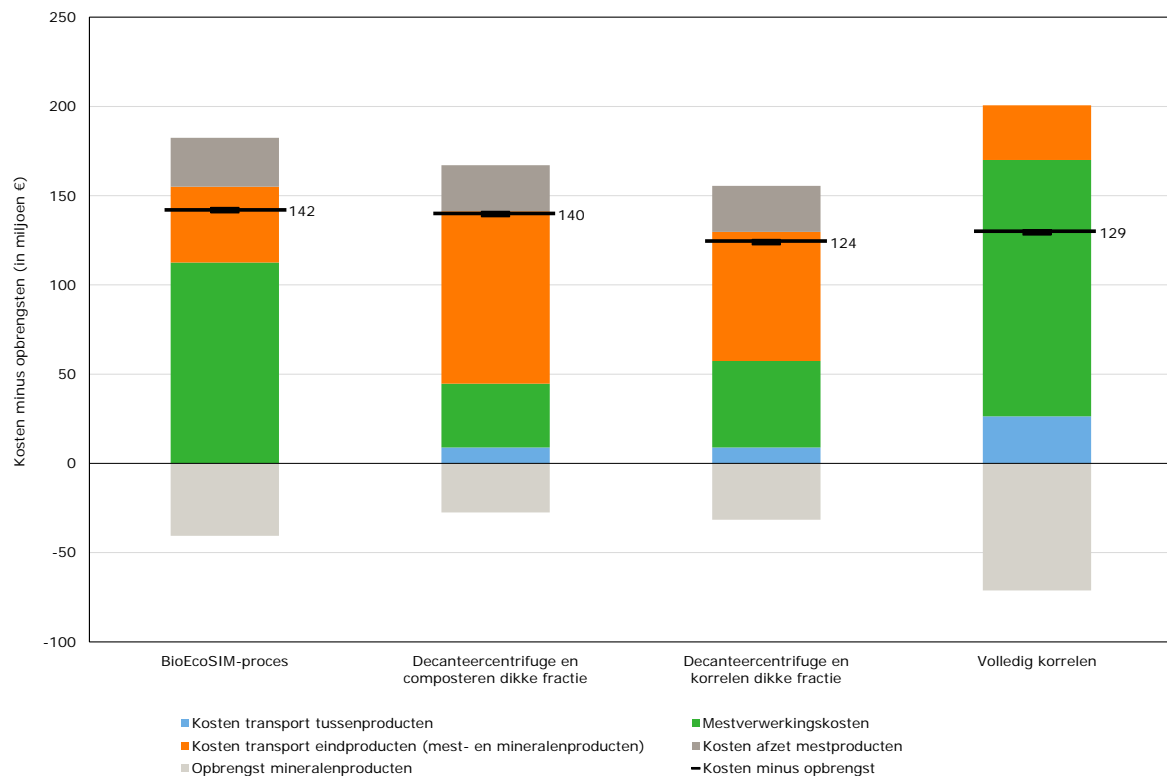
Prof.dr.ir. J.G.A.J. (Jack) van der Vorst
Algemeen Directeur Social Sciences Group (SSG)
Wageningen University & Research

Samenvatting

S.1 Belangrijkste uitkomsten

Verlaging van het fosforgehalte in het voer is economisch niet aantrekkelijk om de fosfaatproblematiek in de vleesvarkenssector op te lossen. Verwerking van vleesvarkensmest is wel economisch aantrekkelijk, met als meest aantrekkelijke technieken volledig korrelen van de ruwe mest en korrelen van de dikke fractie na scheiden met een decanteercentrifuge. Dit is onder de veronderstelling dat de prijs van de korrels bepaald wordt door de mineraleninhoud.

De mest scheiden met een decanteercentrifuge en vervolgens composteren van de dikke fractie is economisch minder aantrekkelijk vanwege de hoge transportkosten en de lage opbrengsten van de compost (Figuur S.1). Het BioEcoSIM-proces, waarbij fosfor, stikstof en organische stof zo zuiver mogelijk uit de vleesvarkensmest worden gehaald, is ook minder aantrekkelijk, vanwege de hoge mestverwerkingskosten en de lagere opbrengsten van de eindproducten.



Figuur S.1 Opbouw van kosten en opbrengsten van de doorgerekende mestverwerkingstechnieken bij verwerking van alle vleesvarkensmest in Nederland bij gemiddelde prijzen.

S.2 Overige uitkomsten

De optimale mestverwerkingstechniek is onafhankelijk van de omvang van de fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland.

Volledig korrelen van de ruwe mest en korrelen van de dikke fractie na scheiden met een decanteercentrifuge zijn al economisch aantrekkelijke mestverwerkingstechnieken als de prijs van korrels bepaald wordt door de mineraleninhoud. Bij een financiële waarde van de organische stof in korrels worden deze technieken economisch nog aantrekkelijker.

S.3 Methode

Nederlandse vleesvarkens produceren ongeveer 24,0 miljoen kg fosfaat in hun mest. Als de fosfaat uit mest van andere diersoorten is afgezet, is er in 2018 in Nederland nog een plaatsingsruimte voor fosfaat uit vleesvarkensmest van 10,8 miljoen kg. Dit betekent dat voor 13,2 miljoen kg fosfaat geen afzetruimte is in Nederland. Mogelijke maatregelen om dit probleem op te lossen zijn het verminderen van de hoeveelheid fosfaat in de mest door het verlagen van het fosforgehalte in het voer en het verwerken van vleesvarkensmest voor de export. De vraag is welke (combinatie) van deze maatregelen economisch optimaal is voor de Nederlandse vleesvarkenssector.

Om deze vraag te beantwoorden is het Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT, Model voor Economisch Robuuste Investeringsbesluiten) gebruikt. MERIT is een wiskundig optimalisatiemodel dat de economisch meest aantrekkelijke oplossing bepaalt uit een aantal mogelijke oplossingen als er grote onzekerheden bestaan rond de prijzen van grondstoffen en van eindproducten en rond de kwaliteit van de eindproducten. De geanalyseerde oplossingen voor het fosfaatprobleem met Nederlandse vleesvarkensmest zijn het P-gehalte in het voer van vleesvarkens (normaal, laag en zeer laag) en de techniek om de mest te verwerken (decanteercentrifuge met composteren van de dikke fractie, decanteercentrifuge met korrelen van de dikke fractie, centraal verwerken van de ruwe mest via korrelen, BioEcoSIM-proces, geen mestverwerking). Inputdata is verkregen uit de literatuur en van mest-experts.

Summary

S.1 Key findings

Reducing the phosphorus content in the feed is economically not attractive to solve the problem of excessive phosphate in the manure in the Dutch finishing pig sector. Processing manure is economically attractive, with as the most promising manure processing technologies granulating the raw manure or granulating the thick fraction after separation with a decanter. This is under the assumption that the price of the granulate is set by its mineral content.

Separating the manure and composting the thick fraction is economically less attractive because of higher transport costs and lower revenue of the compost (Figure S.2). The BioEcoSIM process, in which phosphorus, nitrogen and organic matter are removed from the manure in fractions as pure as possible, is also less economically attractive, because of the higher processing costs and lower revenue of the end products.

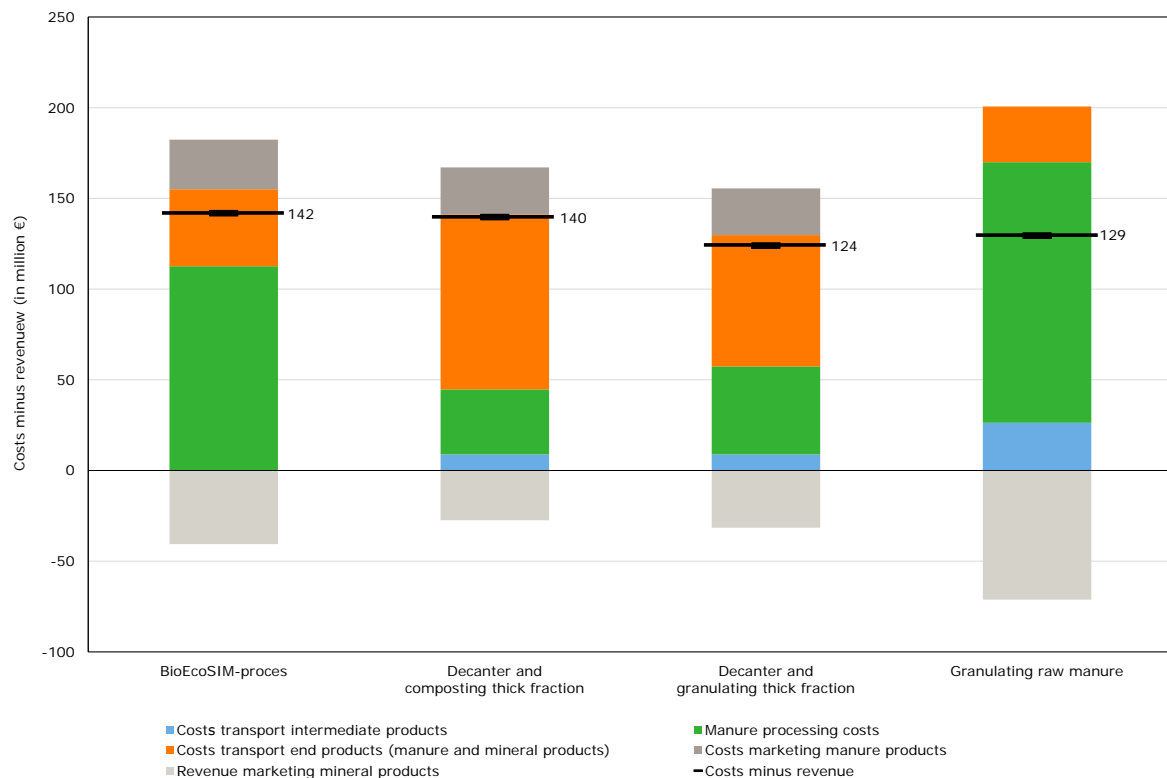


Figure S.2 Costs and revenues of the analysed manure processing technology when processing all finishing pig manure in the Netherlands at average prices.

S.2 Complementary findings

The economically optimal manure processing technology is independent of the size of the application space in the Netherlands for phosphate in finishing pig manure.

Granulating the raw manure and granulating the thick fraction after separation with a decanter are economically the most interesting manure processing technologies, of the price of the granulate is set by its mineral content. If the organic matter in the granulate also has a financial value, these technologies are even more economically interesting.

S.3 Methodology

Dutch finishing pigs produce around 24.0 million kg of phosphate in their manure. An application space of around 10.8 million kg phosphate remains for phosphate from finishing pig manure, when the phosphate in the manure from other animals has been applied. This means that 13.2 million kg phosphate from finishing pig manure cannot be applied in the Netherlands. Potential measures to solve this problem are reducing the amount of phosphate in finishing pig manure by reducing the phosphorus content in finishing pig feed and processing finishing pig manure for export. The question is which (combination of) measures is economically optimal for the Dutch finishing pig sector.

To answer this question, we used the Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT). MERIT is a mathematical optimisation model that determines the economically most attractive solution from a range of potential solutions, in large uncertainty exists on the prices of inputs and end products and on the quality of end products. The analysed solutions in this study are the phosphorus content in feed (normal, low and very low), and the manure processing technology (decanter with composting of the thick fraction, decanter and granulating the thick fraction, centrally granulating the raw manure, the BioEcoSIM process, no processing). Input data have been retrieved from literature and from manure experts.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Om alle landbouwhuisdieren in Nederland van voldoende voer van voldoende kwaliteit te voorzien worden grote hoeveelheden veevoergrondstoffen in Nederland ingevoerd. Het grootste deel van de mineralen die in deze grondstoffen zitten komt terecht in de mest van de dieren. Hierdoor is de hoeveelheid mineralen, specifiek fosfaat (P_2O_5),¹ in de geproduceerde dierlijke mest in Nederland groter dan de afzetruimte binnen Nederland. Vanaf 2015 is de afzetruimte voor fosfaat uit dierlijk mest 126,8 miljoen kg. Dit is opgebouwd uit 120,0 miljoen kg op landbouwgrond en 6,8 miljoen kg op hobbybedrijven, natuurterrein en bij particulieren (Oenema, 2015; De Koeijer et al., 2017). De productie in 2015 van fosfaat in dierlijke mest bedroeg 180 miljoen kg, waarvan 83,0 miljoen kg in melkveemest, 28,3 miljoen kg in pluimveemest, 15,2 miljoen kg in fokvarkensmest, 24,0 miljoen kg in vleesvarkensmest, en 29,5 miljoen kg in mest van overige diersoorten (vleesvee, schapen, geiten, paarden, eenden, konijnen en pelsdieren). Een deel van deze mest wordt geëxporteerd, de rest wordt afgezet in Nederland. Financieel is het het meest aantrekkelijk om de mestsoorten met de laagste gehalten lokaal in Nederland af te zetten. Dat leidt immers tot de laagste transportkosten omdat er dan zo veel mogelijk mest in Nederland kan worden afgezet tegen de laagste transportkosten. Exporteren of verwerken kan het beste met mestsoorten met hoge gehalten, want dan zijn de kosten per kg mineraal het laagst. Pluimveemestsoorten hebben gemiddeld de hoogste gehalten, en deze worden nagenoeg geheel verwerkt, verbrand of geëxporteerd. Van de mest van overige diersoorten wordt 1,7 miljoen kg geëxporteerd. Van deze overige mestsoorten hebben de rundveemestsoorten gemiddeld de laagste fosfaatgehalten, gevolgd door fokvarkensdrijfmest en daarna vleesvarkensdrijfmest. Als 1 januari 2018 het fosfaatquotum voor melkvee wordt ingevoerd, dan is de verwachting dat de rundveemest en fokvarkensmest binnen de fosfaatgebruiksruimte in Nederland worden afgezet, omdat deze gemiddeld de laagste fosfaatgehalten hebben. Hiermee wordt er dan 116,0 miljoen kg fosfaat in Nederland afgezet. Voor vleesvarkensmest blijft er dan nog over zo'n 10,8 miljoen kg fosfaat. Bij een fosfaatproductie van 24,0 miljoen kg in vleesvarkensmest, kan maar een deel hiervan in Nederland worden afgezet.

1.2 Vraagstelling en doel

Mogelijke maatregelen om het verschil van 13,2 miljoen kg fosfaat op te lossen zijn het verminderen van de hoeveelheid fosfaat in de mest, door het verlagen van het fosforgehalte in het voer, en het verwerken van de vleesvarkensmest voor de export. De vraag is welke (combinatie) van deze maatregelen op sectorniveau economisch optimaal is voor de Nederlandse vleesvarkenssector. Het doel van deze studie is om de meest kosteneffectieve oplossingsrichting voor de Nederlandse vleesvarkenshouderijsector te bepalen.

¹ In dit rapport wordt gesproken over fosfor (P) en fosfaat (P_2O_5). De omrekenfactor is $0,436 \text{ kg P} = 1 \text{ kg } P_2O_5$.

2 Methode en materiaal

Paragraaf 2.1 beschrijft de methode en het conceptueel model waarmee we de onderzoeksvraag beantwoorden. Paragraaf 2.2. beschrijft de afbakening van het model. Ten slotte geeft paragraaf 2.3 de waarden voor de inputparameters gebruikt in de berekeningen.

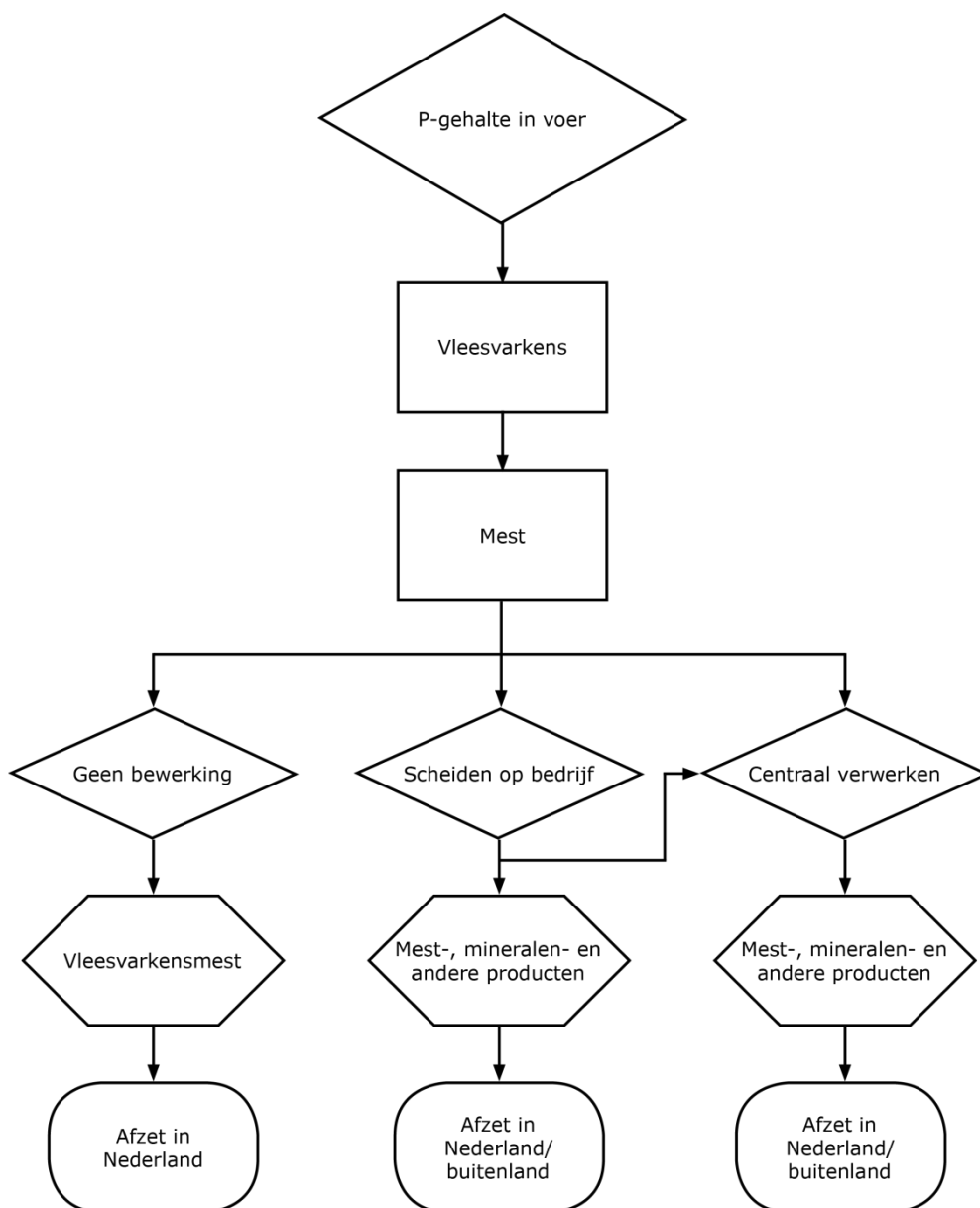
2.1 Methode en conceptueel model

Om de meest kosteneffectieve oplossingsrichting voor het fosfaatprobleem met vleesvarkensmest in Nederland te bepalen hebben we een wiskundig optimalisatiemodel ontwikkeld. Maatregelen in dit model zijn een lager P-gehalte in het voer en verschillende technieken om de mest te bewerken voor export naar het buitenland. Het model minimaliseert de kosten van deze maatregelen inclusief de kosten en opbrengsten van alle (mest)producten ontstaan uit de mestbewerking.

Het wiskundige optimalisatiemodel is gebaseerd op het Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT, Model voor Economisch Robuuste Investeringsbesluiten). MERIT is ontwikkeld bij Wageningen Economic Research om inzicht te verkrijgen in de economische haalbaarheid en robuustheid van een investering in een nieuwe technologie of business case bij grote onzekerheden rond de prijzen en kwaliteit van grondstoffen en eindproducten. MERIT combineert optimalisatie via *integer programming* met Monte Carlo-simulatie van prijzen en kwaliteiten in een *grid search*. Voor de opgegeven range aan prijzen en kwaliteit berekent MERIT de optimale oplossing. MERIT is gebaseerd op een kosten-batenanalyse (KBA). Een KBA is een systematisch proces om de kosten en baten van een project, besluit of beleidsvoornemen te bepalen, dat als basis gebruikt kan worden om verschillende opties te vergelijken (Romijn en Renes, 2013). In een KBA worden kosten en baten uitgedrukt in geld. In ons model worden de kosten en baten bepaald met de partiële-budgetmethode (Dijkhuizen en Morris, 1997). Bij deze methode worden alleen de variabelen meegenomen die van invloed zijn op de beslissingsvariabelen of die door de beslissingsvariabelen worden beïnvloed. Het netto-effect van een beslissing is de som van de positieve economische impact minus de negatieve economische impact. MERIT is geprogrammeerd in General Algebraic Modeling System (GAMS) versie 24.6.1.

Figuur 2.1 geeft het conceptuele model van de fosfaatstromen in de vleesvarkenssector in Nederland. Beslissingsvariabelen in het model in deze studie zijn het P-gehalte in het voer van vleesvarkens en de techniek om de mest te verwerken. Naast fosfor (P) worden in het model ook stikstof (N), kalium (K) en organische stof meegenomen, omdat deze inhoudsstoffen belangrijk zijn voor de opbrengst van de gewassen en daarmee belangrijk voor de waarde van verschillende mestproducten. Daarnaast wordt de massa van elke meststroom meegenomen in het model, omdat transportkosten bepaald worden op basis van massa. De hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium dat de vleesvarkens opnemen via het voer minus de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium die de vleesvarkens vastleggen en de hoeveelheid stikstof die emitteert uit de stal en tijdens opslag, geeft de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium die in de ruwe mest komt. Deze ruwe mest kan direct op het land worden aangewend zonder verdere bewerking, of deze kan verwerkt worden. Mestverwerking kan plaatsvinden op bedrijfsniveau en centraal. Voor beide zijn verschillende technieken mogelijk. Elke techniek transformeert de ruwe vleesvarkensmest tot specifieke mestproducten, zoals een dunne fractie, dikke fractie en compost, specifieke mineralenproducten zoals mestkorrels en struviet, en specifieke andere producten, zoals loosbaar restwater en waterdamp. Ieder van deze producten heeft een eigen samenstelling in termen van fosfor, stikstof en kalium, organische stof en massa. Sommige mestproducten komend uit verwerking op bedrijfsniveau (dikke fractie) kunnen verder centraal worden verwerkt. Alle mestproducten, mineralenproducten en andere producten moeten worden afgezet in Nederland of in het buitenland. De hoeveelheid fosfaat in de producten die in Nederland worden afgezet, mag de afzetruimte voor fosfaat in Nederland voor vleesvarkensmest niet overschrijden. In het model worden de kosten berekend van de genomen maatregelen, i.e. extra kosten van een lager dan normaal P-gehalte in het voer en de kosten van mestverwerkingstechnieken, en hiervan wordt de opbrengst van de ontstane mestproducten en

mineralenproducten afgetrokken. Het model minimaliseert de nettokosten (kosten van de maatregelen inclusief de kosten en opbrengsten van alle mestproducten) gegeven de prijzen en kwaliteiten van de mest en de technische mogelijkheden. Hoe lager de kosten, hoe beter de oplossing.



Figuur 2.1 Conceptueel model van de fosfaatkringloop in de vleesvarkenssector in Nederland (◇ zijn beslissingsvariabelen, □ zijn tussenproducten, ⬡ zijn eindproducten, en ○ zijn afzetmarkten).

2.2 Afbakening en uitgangspunten

Het model focust op de fosfaatproductie in de mest van vleesvarkens in Nederland en de economisch optimale maatregelen om dit gegeven de beschikbare fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest af te zetten. Het model gaat uit van de Nederlandse vleesvarkensstapel en beschrijft de fosforketen van de hoeveelheid fosfor die via het voer wordt opgenomen tot de afzet van fosfaat via de mestproducten in Nederland en in het buitenland. De aanwending van de mest(producten) op het land zelf valt buiten het model.

We veronderstellen dat de derogatie voor de afzetruimte van stikstof in Nederland gehandhaafd blijft. De afzetruimte voor stikstof uit dierlijke mest is dan 396 miljoen kg. In 2015 was de stikstofproductie

na stal- en opslagmissies 388 miljoen kg. Dit is zonder pluimveemest omdat die verwerkt, verbrand en geëxporteerd wordt. Dus in dit geval is de stikstofafzetruimte in Nederland voldoende voor afzet van alle in Nederland geproduceerde vleesvarkensmest.

In het model worden geen kosten gerekend voor bedrijfsgebouwen en mestopslag op het vleesvarkensbedrijf. Mestopslagkosten kunnen overigens wel verschillen tussen mestverwerkingstechnieken. Bij volledig korrelen is bijvoorbeeld minder opslagruimte op het varkensbedrijf nodig dan bij afzet van ruwe varkensmest, omdat de mest vaker naar de centrale verwerking wordt gebracht. Dit is vooral een overweging bij nieuwbouw van de mestopslag, en minder bij bestaande mestopslag. Als een vleesvarkenshouder een verwerkingstechniek kiest die een kleinere mestopslag behoeft, zal hij zijn grote mestopslag hoogstwaarschijnlijk niet afbreken om een kleinere opslag te bouwen. Hij zal dan slechts een deel van de grotere opslag gebruiken.

De afzetprijzen van de mestproducten zijn exogeen en liggen vast in een modelrun.

2.3 Modelinput

De geanalyseerde oplossingsrichtingen voor het fosfaatprobleem in de Nederlandse vleesvarkenssector zijn het P-gehalte in het voer en mestverwerking. Berekeningen zijn uitgevoerd met drie niveaus van P-gehalte in het voer: normaal, laag en zeer laag. Vier mestverwerkingstechnieken zijn geanalyseerd, naast geen verwerking: decanteercentrifuge met composteren van de dikke fractie, decanteercentrifuge met korrelen van de dikke fractie, centraal verwerken via korrelen en het BioEcoSIM-proces. Figuur 2.2 geeft een overzicht van deze geanalyseerde oplossingsrichtingen en de belangrijkste inputdata hiervoor. Gedetailleerde inputdata per oplossingsrichting wordt onder gegeven.

Fosfaatafzetruimte in Nederland voor vleesvarkensmest

We gaan uit van een fosfaatafzetruimte in Nederland uit vleesvarkensmest van 10,8 miljoen kg. In het model bekijken we ook de effecten van een kleinere (5,8 miljoen kg) en grotere (15,8 miljoen kg) afzetruimte.

Voer

Tabel 2.1 geeft de gehalten aan fosfor, stikstof en kalium in het voer en de prijs van voer voor vleesvarkens met een normaal P-gehalte, een laag P-gehalte en een zeer laag P-gehalte. Hoe lager het P-gehalte, hoe hoger de prijs van het voer.

Tabel 2.1 Gehaltes aan fosfor (P), stikstof (N) en kalium (K) in voer van vleesvarkens en de bijbehorende voerprijzen.

P-gehalte voer	P-gehalte (g/kg) a	N-gehalte (g/kg) a	K-gehalte (g/kg) a	Prijs (€/100 kg) a, b)
Normaal	4,6	25,1	9,2	Basis
Laag	4,2	24,2	9,2	Basis + 0,09
Zeer laag	3,8	23,8	9,2	Basis + 0,355

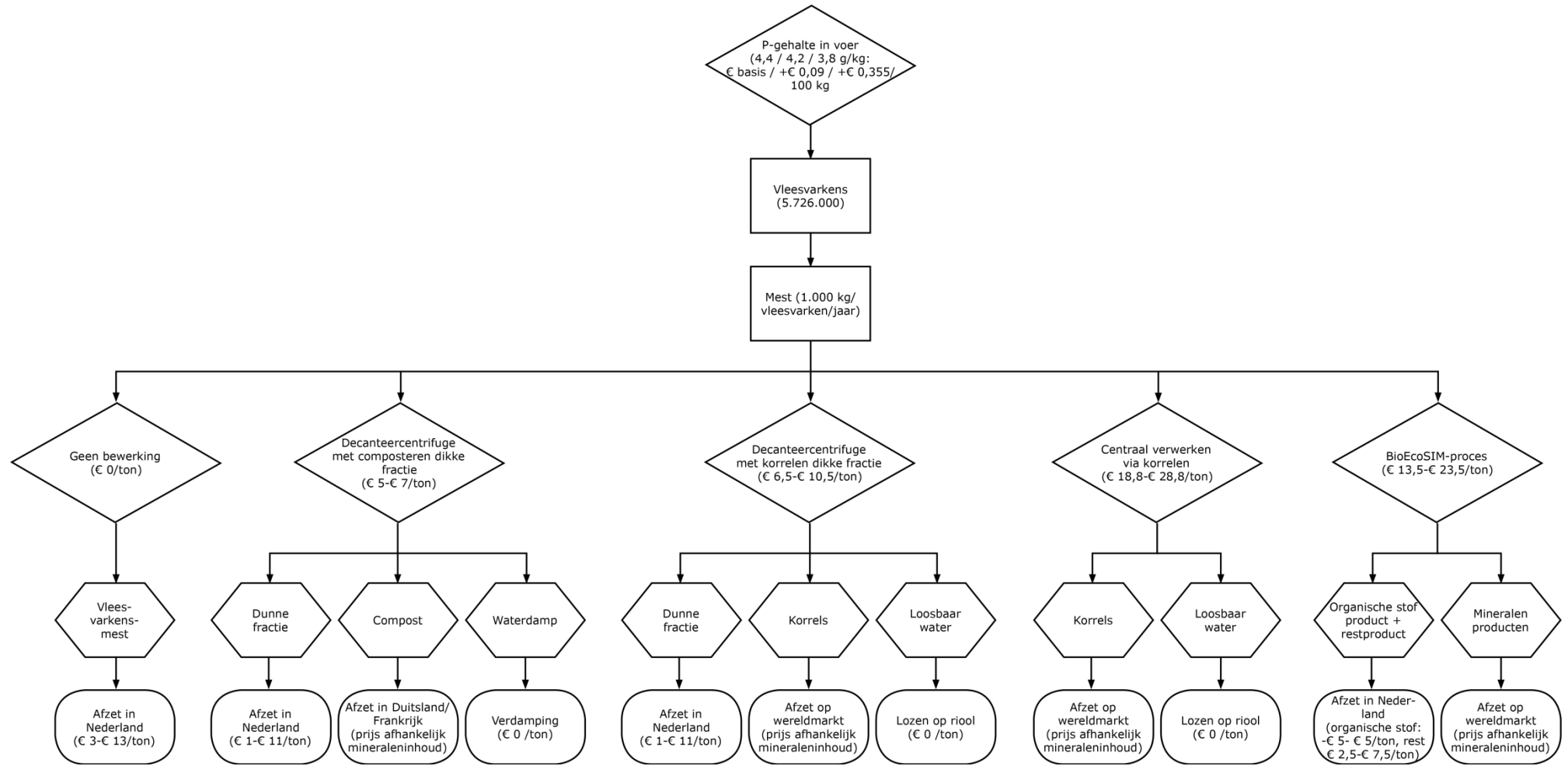
a) Bron: Persoonlijke mededeling P. Bikker, Wageningen Livestock Research (2017); b) De basis voerprijs hangt af van de markt van veevoergrondstoffen. We veronderstellen dat de extra voerprijs bij een lager P-gehalte niet afhankelijk is van de markt van veevoergrondstoffen. In ons model is de basis voerprijs dan niet van belang voor de keuze van P-gehalte in het voer.

Vastlegging in vleesvarkens

De vastlegging van de mineralen in vleesvarkens is gebaseerd op CBS (2016): 1,6 kg fosfor, 7,4 kg stikstof en 0,7 kg kalium per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar.

Emissie van stikstof

Op basis van NEMA 2012 (Van Bruggen et al., 2015) is geschat dat van vleesvarkensmest er gemiddeld 10% van de geproduceerde stikstof uit stallen en opslagen emitteert.



Figuur 2.2 Model van de fosfaatkringloop in de vleesvarkenssector in Nederland inclusief belangrijkste inputdata (◇ zijn beslissingsvariabelen, □ zijn tussenproducten, ⬡ zijn eindproducten, en ○ zijn afzetmarkten).

Mestproductie

De mestproductie is 1.000 kg per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar (CBS, 2016). De gehalten aan fosfor, stikstof en kalium in de mest worden berekend als de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium dat de vleesvarkens opnemen via het voer minus de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium die de vleesvarkens vastleggen en de hoeveelheid stikstof die emitteert uit de stal en opslag. De mest bevat 107 kg droge stof en 79 kg organische stof per 1.000 kg drijfmest (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2017).

Mestverwerkingstechnieken

Er wordt in het model onderscheid gemaakt in vier verschillende soorten mestverwerkingstechnieken die volledig op bedrijfsniveau, volledig centraal en deels op bedrijfsniveau en deels centraal plaats kunnen vinden (onder worden deze verder toegelicht):

1. BioEcoSIM-proces (bedrijfsniveau)
2. Scheiden met een mobiele decanteercentrifuge (bedrijfsniveau) en composteren dikke fractie (centraal)
3. Scheiden met een mobiele decanteercentrifuge (bedrijfsniveau) en korrelen dikke fractie (centraal)
4. Volledig korrelen (centraal)

1) BioEcoSIM-proces

Bij het BioEcoSIM-proces worden de mineralen fosfor en stikstof, en organische stof zo zuiver mogelijk uit de mest gehaald. Hiervoor worden tijdens het proces zuren en basen toegevoegd, die de massa (of het gewicht), de hoeveelheid droge stof en de hoeveelheid kalium verhogen. Tabel 2.2 geeft de ontstane mestproducten en het scheidingsrendement van het BioEcoSIM-proces. Wij gaan uit van een installatie op het varkensbedrijf.

Bij een installatie op het varkensbedrijf met een capaciteit van 20.000 ton mest per jaar is de kostprijs € 18,50 per ton ingaande mest (BioEcoSIM, 2017). In het model berekenen we ook de resultaten voor een kostprijs van € 13,50 en € 23,50 per ton ingaande mest. Deze waarden zijn een expertinschatting van de spreiding die in de praktijk te zien zal zijn.

Tabel 2.2 Scheidingsrendement van BioEcoSIM-proces (% van inkomende hoeveelheden).

Inhoudsstof	Mestproduct				
	Calciumfosfaat	Struviet	Ammoniumsulfaat	Organischstofproduct	Restproduct
P	38,5	51,3	0	10,3	0
N	0	2,9	46,7	6,7	43,8
K	0	5,9	0	1,5	119,1
Organische stof	0	0	0	54,8	45,2
Droge stof	3,1	6,8	21,8	62,9	36,0
Massa	0,3	0,7	2,3	7,5	95,4

Bron: BioEcoSIM (2017). Bij het BioEcoSIM-proces worden er zuren en basen aan het proces toegevoegd die ook massa (62,9 kg per 1.000 kg mest), droge stof (32,7 kg per 1.000 kg mest) en kali (1,8 kg per 1.000 kg mest) bevatten.

2) Scheiden en composteren dikke fractie

De vleesvarkensmest wordt op het varkensbedrijf gescheiden met een mobiele decanteercentrifuge in een dikke en dunne fractie. De dunne fractie wordt in Nederland afgezet. De dikke fractie wordt vervolgens centraal gecomposteerd. Tijdens het composteren verdampt 30% van het water uit de dikke fractie (inschatting H. Luesink, Wageningen Economic research, 2017). Tabel 2.3 geeft het scheidingsrendement van deze gecombineerde technieken.

De kosten van mestscheiding met een mobiele decanteercentrifuge zijn ongeveer € 3,5 per ton mest bij een capaciteit van meer dan 1.000 m³ (Schröder et al., 2009). Het composteren van de dikke fractie kost ongeveer € 10 per ton (Broens et al., 2012) tot € 12 per ton (BioEcoSIM, 2017). Opgeteld zijn de kosten ongeveer € 6,25 per ton ingaande ruwe mest. In het model berekenen we ook de resultaten voor kosten van € 5,00 en € 7,50 per ton ingaande mest, een expertinschatting van de spreiding die in de praktijk te verwachten is.

Tabel 2.3 Scheidingsrendement van decanteercentrifuge op bedrijfsniveau en centraal composteren of centraal korrelen van de dikke fractie (% van inkomende hoeveelheden).

Inhoudsstof	Decanteercentrifuge a) en composteren dikke fractie			Decanteercentrifuge a) en korrelen dikke fractie		
	Dunne fractie	Compost	Waterdamp	Dunne fractie	Korrels	Loosbaar water
P	20	80	0	20	80	0
N	66	34	0	66	34	0
K	75	25	0	75	25	0
Organische stof	32	68	0	32	68	0
Droge stof	32	68	0	32	68	0
Massa	75	17,5	7,5	75	8	17

a) Bron: Melse et al. (2017), scheidingsrendement van organische stof gelijk verondersteld aan die van droge stof en scheidingsrendement van K aan die van massa.

3) Scheiden en korrelen dikke fractie

De vleesvarkensmest wordt op het varkensbedrijf gescheiden met een mobiele decanteercentrifuge in een dikke en dunne fractie. De dunne fractie wordt in Nederland afgezet. De dikke fractie wordt vervolgens centraal tot mestkorrels verwerkt. Tijdens het drogen en korrelen verdwijnt 96% van het water uit de dikke fractie (BioEcoSIM, 2017). Tabel 2.3 geeft het scheidingsrendement van deze gecombineerde technieken.

De kosten van mestscheiding met een mobiele decanteercentrifuge zijn hetzelfde als bij optie 2. Broens et al. (2012) schatte het poorttarief van de centrale korrelinstallatie van Essent te Cuijk op € 13 tot € 18 per ton ingaande mest. In 2015 hanteerde Ecoson een poorttarief van €18 per ton ingaande mest (Persoonlijke mededeling Ecoson, 2015). Rekenen we dit terug naar verwerkingstarieven, dan komen we uit op geschatte verwerkingskosten (poorttarief plus opbrengsten eindproducten minus transportkosten) van € 20 per ton dikke fractie. Teruggerekend naar een ton ingaande ruwe mest plus de mestscheidingskosten zijn de totale kosten ongeveer € 8,45 per ton ingaande ruwe mest. In het model berekenen we ook de resultaten voor kosten van € 7,20 en € 9,70 per ton ingaande mest, een expertinschatting van de spreiding die in de praktijk te verwachten is.

4) Volledig korrelen

Voor de mestverwerkingstechniek volledig korrelen baseren we ons op het procedé van Ecoson te Son en Breugel. Daarbij wordt de vleesvarkensmest centraal verwerkt. De mest wordt eerst vergist en het digestaat omgezet tot mestkorrels met 90% droge stof en loosbaar water. Tabel 2.4 geeft de ontstane mestproducten en het scheidingsrendement.

Bij Ecoson hanteren ze een poorttarief van € 18 per ton drijfmest (Persoonlijke mededeling Ecoson, 2015). De verwerkingskosten (poorttarief plus opbrengsten eindproduct) van dit proces zijn € 25 per ton ingaande ruwe mest. In het model analyseren we ook de impact van kosten van € 20 en € 30 per ton ingaande mest.

Tabel 2.4 Scheidingsrendement van volledig korrelen (% van inkomende hoeveelheden).

Inhoudsstof	Mestproducten	
	Korrels	Loosbaar water
P	100	0
N	100	0
K	100	0
Organische stof	100	0
Droge stof	100	0
Massa	11,9	88,1

a) Bron: Persoonlijke mededeling Ecoson (2015).

Transportkosten

De transportkosten binnen Nederland zijn geschat op € 12 per ton voor vleesvarkensmest en voor de dunne fractie van mestscheiding. Dit is gebaseerd op € 2 per ton kosten voor laden, wegen en bemonsteren en transportkosten van € 10 per ton (125 km à € 0,08 per km per ton). In het model analyseren we ook de impact van een kortere transportafstand van 100 km (kosten € 10 per ton) en langere transportafstand van 150 km (€ 14 per ton). Voor het organischstofproduct van het BioEcoSIM-proces is aangenomen dat de transportkosten 25% hoger zijn dan voor vleesvarkensmest, omdat deze fractie onvoldoende vloeibaar is om met een pomp in een transportmiddel te worden geladen. Voor het restproduct van het BioEcoSIM-proces wordt een lagere prijs van € 5 per ton gehanteerd, omdat we veronderstellen dat dit in de nabije omgeving van het varkensbedrijf kan worden afgezet.

Afzet buiten Nederland vindt plaats in Duitsland en Frankrijk. In de deelstaten Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern en Sachsen-Anhalt is 2 miljoen ha akkerbouw met, in potentie, een afzetruimte voor 80 tot 100 miljoen kg fosfaat voor basisbemesting (Van Horne en Luesink, 2009). In Noord-Frankrijk is die potentiële afzetruimte ongeveer het dubbele. In deze studie veronderstellen we dat de Nederlandse vleesvarkensmestproducten hier afgezet kunnen worden, omdat dit maar een fractie is van de totale potentiële afzetruimte. De transportkosten naar deze gebieden buiten Nederland zijn geschat op € 45 per ton. Dit is gebaseerd op € 2 per ton kosten voor faciliteiten (wegen, bemonsteren en certificaten), transportkosten van € 40 per ton (400 km a € 0,10 per km per ton) en € 3 per ton laadkosten. In het model analyseren we ook de impact van een kortere en langere transportafstand met transportkosten van € 35 en € 55 euro per ton.

Opbrengstprijzen eindproducten

De spreiding in opbrengstprijzen van de eindproducten die ontstaan uit de verschillende mestverwerkingstechnieken staan in tabel 2.5. De prijzen van compost, korrels en de mineralenproducten uit het BioEcoSIM-proces worden in het model bepaald op basis van de mineraleninhoud van deze producten. Dit hangt af van de mineralengehaltes in het voer, een beslissingsvariabele in het model. De waarde van de mineraleninhoud is de som van de waarde per mineraal. Voor de waarde per mineraal worden de waarden gebruikt van deze mineralen in kunstmest (tabel 2.6).

Tabel 2.5 Opbrengstprijzen van de mogelijke mestproducten (euro per ton product).

Techniek	Mestproduct	Opbrengstprijs (euro/ton product)	Bron
Geen bewerking	Vleesvarkensmest	-3 tot -13	Bedrijveninformatienet (2015)
Scheiden en composteren dikke fractie	Dunne fractie	-1 tot -11	Luesink (2017) a ¹
	Compost	80% waarde P b), 60% waarde N, 80% waarde K	Uenk et al. (2012)
Scheiden en korrelen dikke fractie	Dunne fractie	-1 tot -11	Luesink (2017) a)
	Korrels	100% waarde P, 60% waarde N, 100% waarde K	Uenk et al. (2012)
	Loosbaar water	0	Luesink (2017) a)
Korrelen	Korrels	100% waarde P, 60% waarde N, 100% waarde K	Uenk et al. (2012)
	Loosbaar water	0	Luesink (2017) a)
BioEcoSIM-proces	Calciumfosfaat	100% waarde P	Uenk et al. (2012)
	Struviet	50% waarde P, 100% waarde N, 100% waarde K	Uenk et al. (2012)
	Ammoniumsulfaat	100% waarde N	Uenk et al. (2012)
	Organisch stofproduct	-5 tot 5	Luesink (2017) a)
	Restproduct	-2,5 tot -7,5	BioEcoSIM (2017)

a) Inschatting H. Luesink, Wageningen Economic research (2017); b) 80% waarde P betekent dat de financiële waarde van 1 kg P in de fractie gelijk is aan 80% van de kunstmestprijs van 1 kg P, omdat de werkingscoëfficiënt van P in de fractie 80% bedraagt van de werkingscoëfficiënt van P in kunstmest.

Tabel 2.6 Waarde fosfor, stikstof, kalium en organische stof in (kunst)mestproducten (euro per kg).

Mineraal	Kunstmest	Prijs (euro/kg)	Bron
Fosfor	Tripelsuperfosfaat	0,72 tot 0,88	www.agrimatie.nl a)
Stikstof	Kalkammonsalpeter	0,68 tot 1,14	www.agrimatie.nl a)
Kalium	kali60	0,47 tot 0,59	www.agrimatie.nl a)
Organische stof		0 tot 10	Uenk et al. (2012)

a) Spreiding in prijzen van 2014 t/m juni 2017.

3 Resultaten

Het model is doorgerekend om het optimale P-gehalte in het voer en mestverwerkingstechniek te bepalen bij minimale kosten van maatregelen (mestverwerkingskosten en voerkosten) minus de opbrengsten (van alle ontstane mestproducten, waarbij opbrengsten ook negatief kunnen zijn) voor combinaties van de variatie in inputvariabelen:

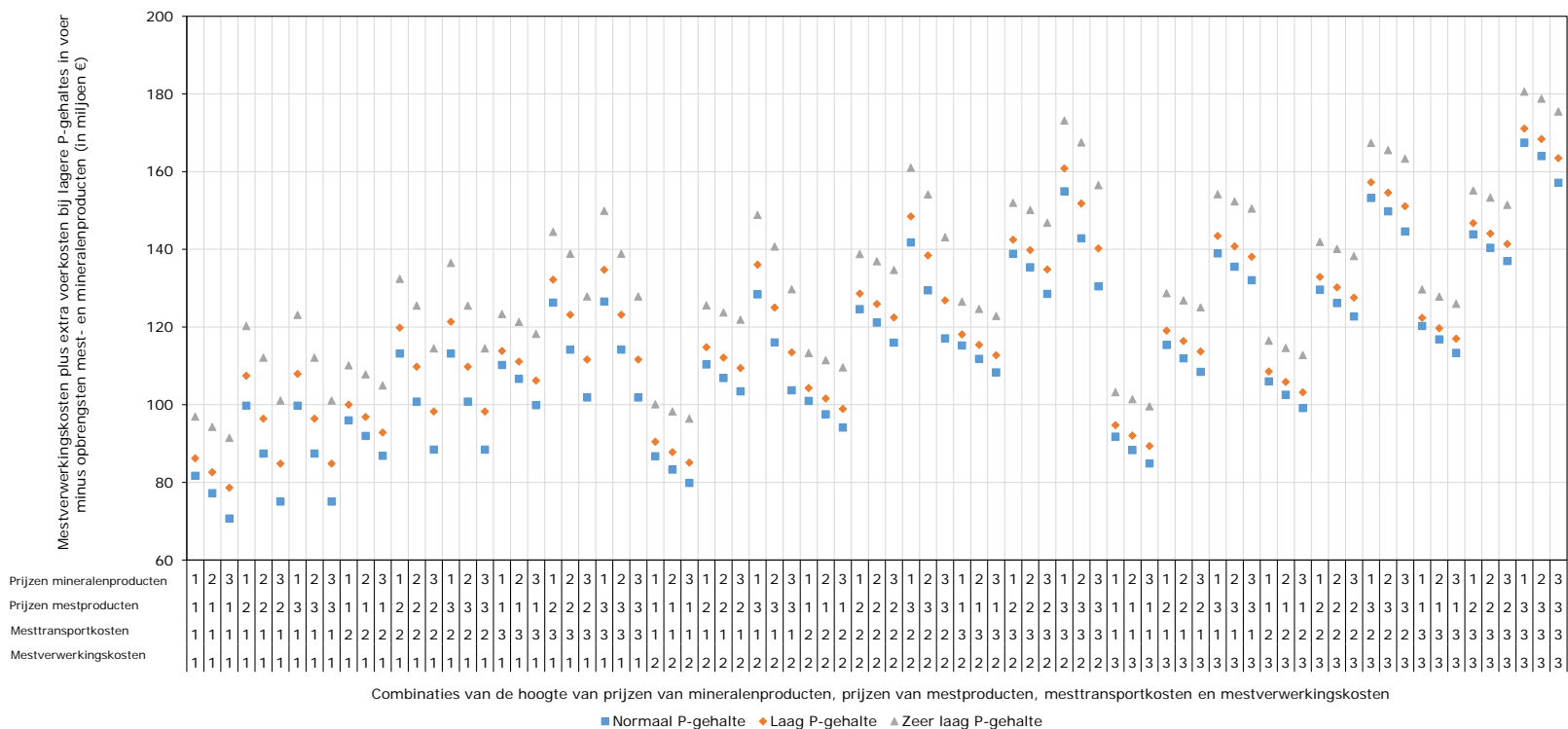
- P-gehalte in het voer van vleesvarkens
- fosfaatafzetruimte in Nederland voor vleesvarkensmest
- mestverwerkingskosten
- mesttransportkosten
- prijzen van ruwe vleesvarkensmest en mestproducten
- prijzen van mineralenproducten

De variatie wordt uitgedrukt in drie niveaus: laagste waarde (1), gemiddelde waarde (2) en hoogste waarde (3).

3.1 Normaal P-gehalte in vleesvarkensvoer is economisch optimaal

Figuur 3.1 geeft de resultaten van de berekening met de verschillende P-gehalten in het voer van vleesvarkens en de mestverwerkingstechnieken als beslissingsvariabelen bij een fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland van 10,8 miljoen kg. De horizontale as geeft de combinatie van de hoogte van de prijzen van mineralenproducten, van de prijzen van mestproducten, van de transportkosten van mest en van de mestverwerkingskosten. De verticale as geeft de nettokosten: dat zijn de voer- en mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest-, mineralen- en andere producten. Bij elke combinatie van kosten en prijzen staan drie waarden, het vierkant (\square) geeft de kosten minus opbrengsten bij een normaal P-gehalte in het voer, de ruit (\diamond) bij laag P-gehalte, en de driehoek (Δ) bij zeer laag P-gehalte. Uit de figuur blijkt dat normale P-gehalten in het voer bij elke combinatie van kosten en prijzen tot de laagste nettokosten leiden, en dus optimaal zijn. Dit komt doordat 1) voer met normaal P-gehalte goedkoper is, en 2) opbrengstprijzen van de verwerkte producten hoger zijn bij een hogere fosfaatinhoud. Een laag P-gehalte in het voer is gunstig voor het gedeelte van de mest dat in Nederland wordt afgezet, maar niet voor geëxporteerde mineralenproducten, omdat hiervoor de opbrengstprijzen lager is bij een lager fosfaatgehalte. Voer met een normaal P-gehalte is ook optimaal bij de combinaties van prijsniveaus waar een deel van de ruwe vleesvarkensmest in Nederland wordt afgezet. De lagere voerkosten in combinatie met de hogere opbrengstprijzen van de mineralenproducten wegen dus op tegen de grotere hoeveelheid fosfaat die in varkensmest wordt geproduceerd en moet worden afgezet of verwerkt. Verder valt in figuur 3.1 te zien dat de netto kosten afnemen als de prijzen van de mineralenproducten toenemen. Als de mestafzetprijzen, de mestverwerkingskosten of de mesttransportkosten hoger zijn, zijn ook de kosten voor de varkenssector hoger en daarmee ook de nettokosten.

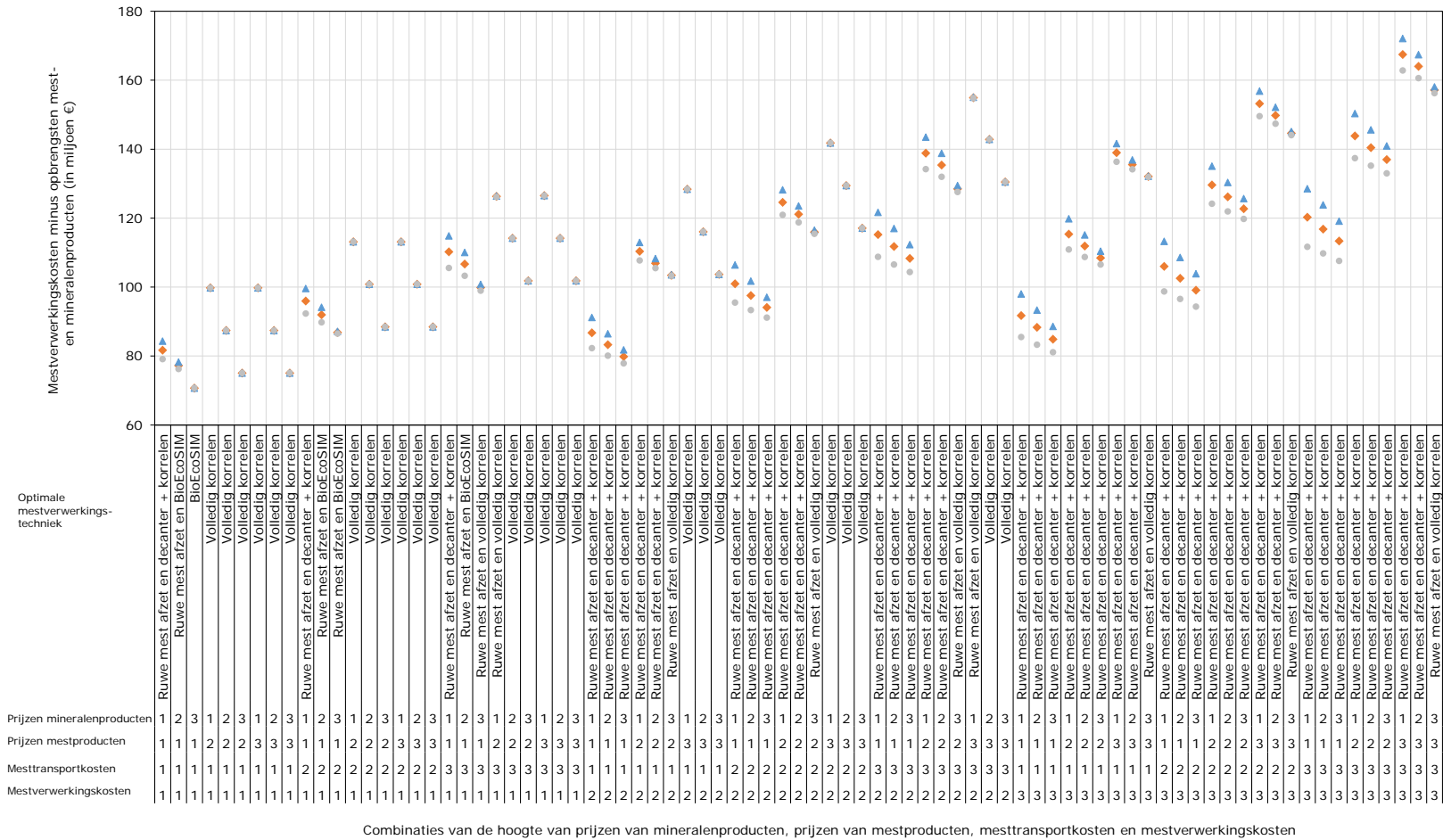
De totale mestverwerkingskosten zijn voor de verschillende voersoorten ook doorgerekend met een fosfaatafzetruimte in Nederland van vleesvarkensmest van 5,8 en 15,8 miljoen kg. Ook bij deze afzetruimtes is een normaal P-gehalte in het voer optimaal, met één uitzondering bij de hoge afzetruimte van 15,8 miljoen kg als de mestverwerkings- en mesttransportkosten hoog zijn, en de prijzen voor mestafzet in Nederland en de opbrengstprijzen voor mineralenproducten laag zijn (zie bijlage 1).



Figuur 3.1 Mestverwerkingskosten plus extra voerkosten bij lagere P-gehalten in het voer minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten bij normaal, laag en zeer laag P-gehalte in het voer bij een fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland van 10,8 miljoen kg. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in mesttransportkosten en rij 4 de variatie in mestverwerkingskosten.

3.2 Fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland geen invloed

Figuur 3.2 laat zien dat de variatie in fosfaatafzetruimte in Nederland voor vleesvarkensmest geen invloed heeft op de optimale mestverwerkingstechniek. De optimale mestverwerkingstechniek is hetzelfde bij een lage (Δ), meest waarschijnlijke (\diamond) en hoge (\circ) fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland bij elke combinatie van prijzen en kosten. Wel is de fosfaatafzetruimte van belang voor de nettokosten als een deel van de mest als ruwe mest in Nederland wordt afgezet. De netto kosten zijn lager als de afzetruimte groter is, omdat er dan meer ruwe mest in Nederland kan worden afgezet en er dus minder geëxporteerd hoeft te worden. Verder valt in figuur 3.2 te zien dat de nettokosten afnemen als de prijzen van de mineralenproducten toenemen. Als de mestafzetprijzen, de mestverwerkingskosten, of de mesttransportkosten hoger zijn, dan zijn ook de kosten voor de varkenssector hoger en daarmee ook de nettokosten. In het vervolg van de resultaten worden de uitkomsten weergegeven bij de meest waarschijnlijke fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland van 10,8 miljoen kg.



▲ Fosfaatfztruimte vleesvarkensmest in Nederland 5,8 miljoen kg ◆ Fosfaatfztruimte vleesvarkensmest in Nederland 10,8 miljoen kg ● Fosfaatfztruimte vleesvarkensmest in Nederland 15,8 miljoen kg

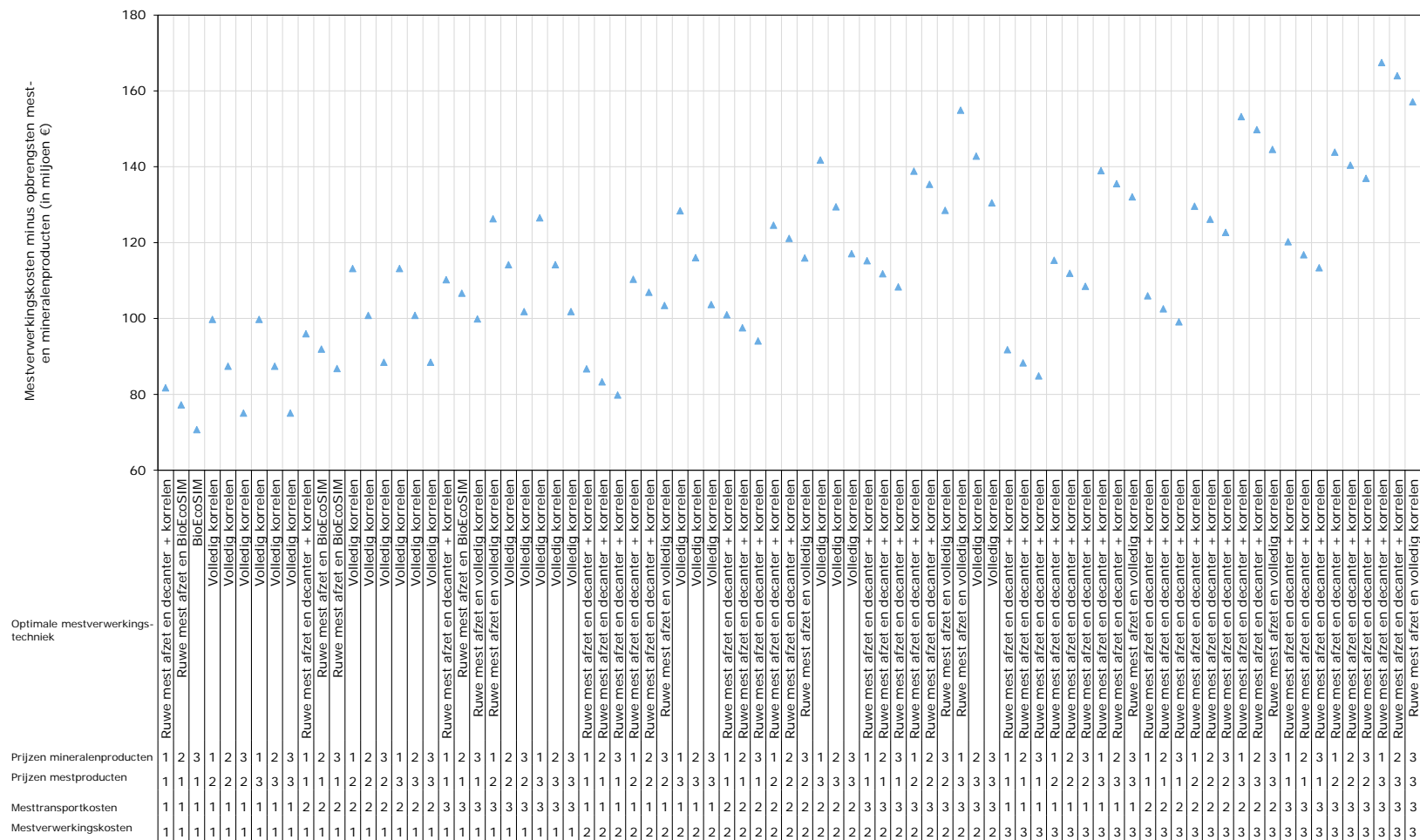
Figuur 3.2 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten bij een lage, meest waarschijnlijke en hoge fosfaatfztruimte voor vleesvarkensmest in Nederland. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in mesttransportkosten en rij 4 de variatie in mestverwerkingskosten.

3.3 Korrelen van dikke fractie en ruwe mest meestal economisch optimaal

Figuur 3.3 geeft de optimale techniek per combinatie van opbrengstprijzen en kosten, waarbij organische stof geen financiële waarde geeft aan de korrels. Volledig korrelen en afzet binnen Nederland van ruwe mest en dunne fractie van de decanteercentrifuge met korrelen van de dikke fractie zijn in de meeste combinaties van prijzen en kosten de optimale mestverwerkingstechnieken. In veel gevallen, voornamelijk bij hoge verwerkingskosten, wordt een gedeelte van de ruwe vleesvarkensmest in Nederland afgezet. Volledig korrelen is optimaal als zowel de opbrengstprijzen van de verwerkte mineralenproducten als de mestafzetkosten binnen Nederland hoog zijn. Vergeleken met volledig korrelen moeten er bij het BioEcoSIM-proces nog hoeveelheden scheidingsproduct (organischstofproduct en residu) binnen Nederland worden afgezet. Vanwege de toevoegingen voor het purifiëren moeten er meer kilogrammen binnen Nederland worden afgezet dan het totale gewicht van de verwerkte mest. Het composteren van de dikke fractie komt in geen enkele combinatie van prijzen en kosten als optimale techniek tevoorschijn.

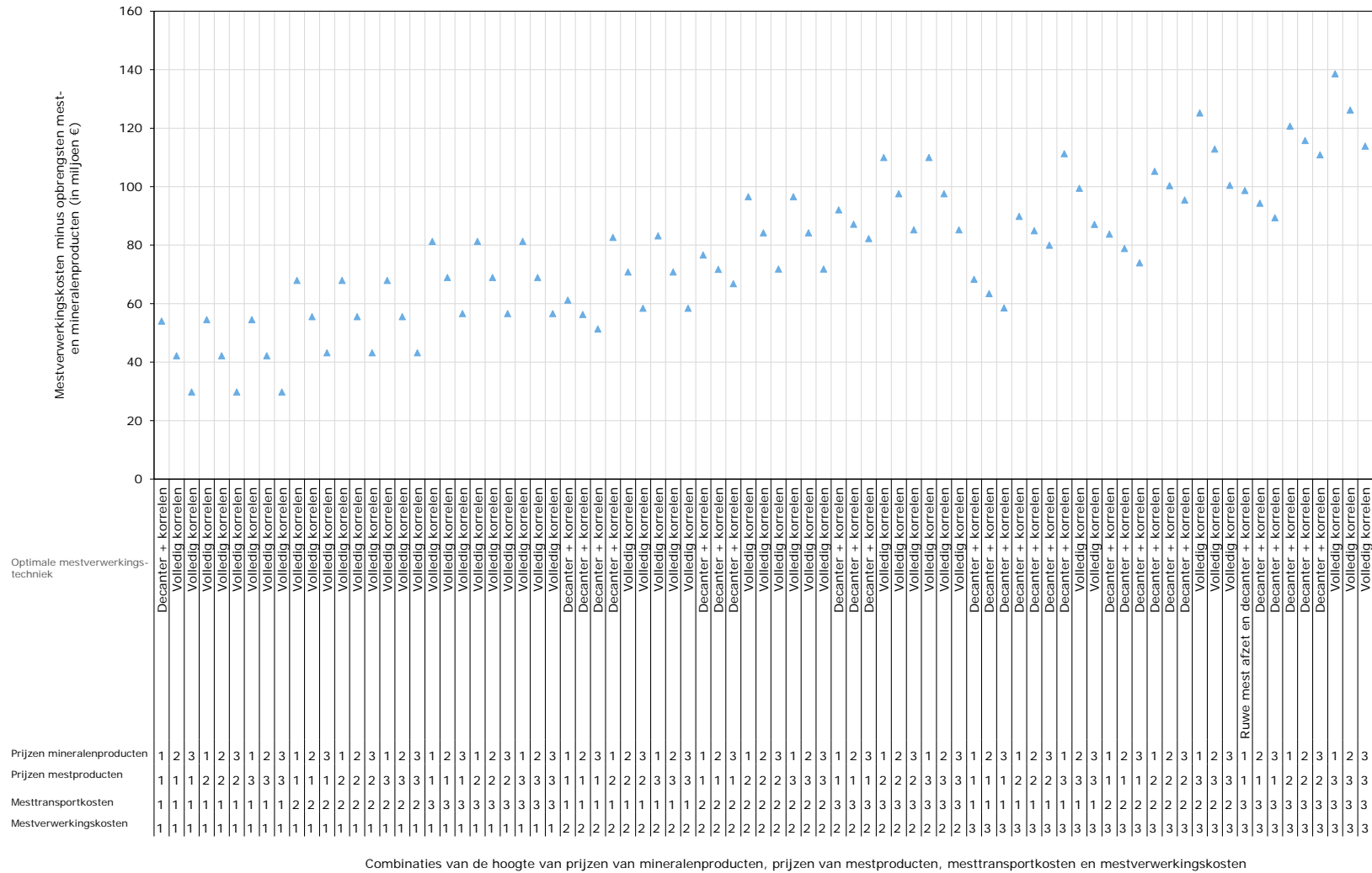
Als de organische stof in korrels ook een financiële waarde heeft, dan wordt volledig korrelen aantrekkelijker. Hoe hoger de waarde hoe aantrekkelijker korrelen wordt. Bij een opbrengstprijzen van € 0,10/kg organische stof wordt voor alle combinaties van prijzen en kosten alle of een deel van de mest gekorrelt (figuur 3.4). Dit komt door de hoge opbrengstprijzen van de korrels. Er wordt dan ook nauwelijks meer ruwe mest afgezet in Nederland, want dan wordt de waarde van de organische stof niet benut. Hoe hoger de verwerkingskosten, hoe aantrekkelijker korrelen van de dikke fractie na scheiding met een decanteercentrifuge wordt. Volledig korrelen is minder aantrekkelijk, vanwege de relatief hogere verwerkingskosten bij volledig korrelen dan bij korrelen van de dikke fractie. Bij een organischestofprijzen van € 0,05/kg liggen de uitkomsten tussen die van € 0,00/kg en € 0,10/kg (bijlage 2).

In de praktijk zullen berekende optimale situaties waarbij afzet van ruwe mest of dunne fractie in Nederland niet meer plaatsvindt, waarschijnlijk niet plaatsvinden. Het is waarschijnlijk dat als het aanbod van dierlijke mest op de binnenlandse markt daalt tot beneden de vraag, dit in de praktijk zal leiden tot een prijscorrectie van de opbrengstprijzen van vleesvarkensmest en dunne fractie waardoor de in Nederland beschikbare afzetruimte toch (grotendeels) wordt benut.



Combinaties van de hoogte van prijzen van mineralenproducten, prijzen van mestproducten, mesttransportkosten en mestverwerkingskosten

Figuur 3.3 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten en optimale mestverwerkingstechniek bij een opbrengstprijs van organische stof in korrels van € 0,00/kg. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in mesttransportkosten en rij 4 de variatie in mestverwerkingskosten.



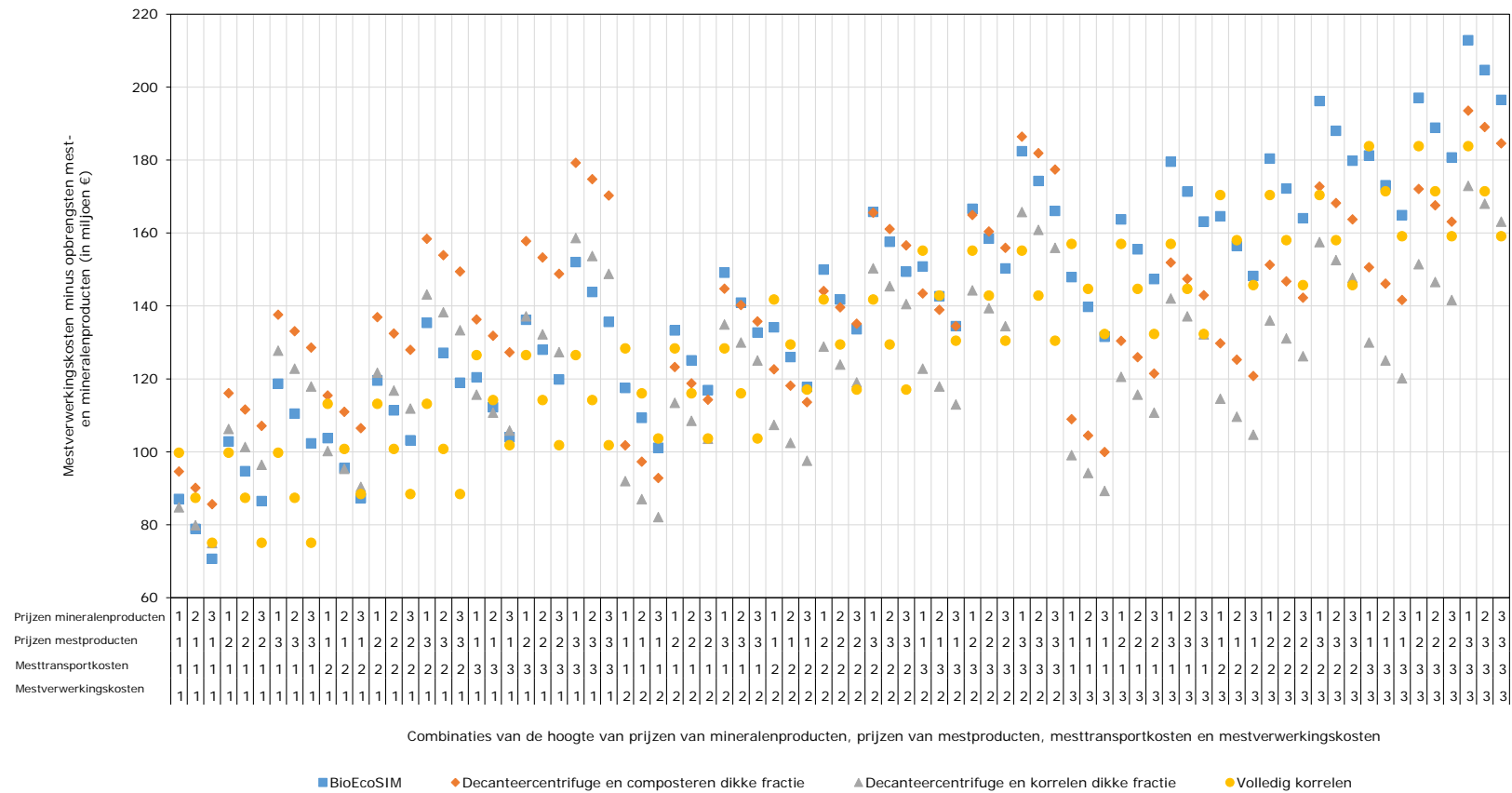
Figuur 3.4 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten en optimale mestverwerkingstechniek bij een opbrengstprijs van organische stof in korrels van € 0,10/kg. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in mesttransportkosten en rij 4 de variatie in mestverwerkingskosten.

3.4 Korrelen van dikke fractie en ruwe mest hebben de laagste nettokosten

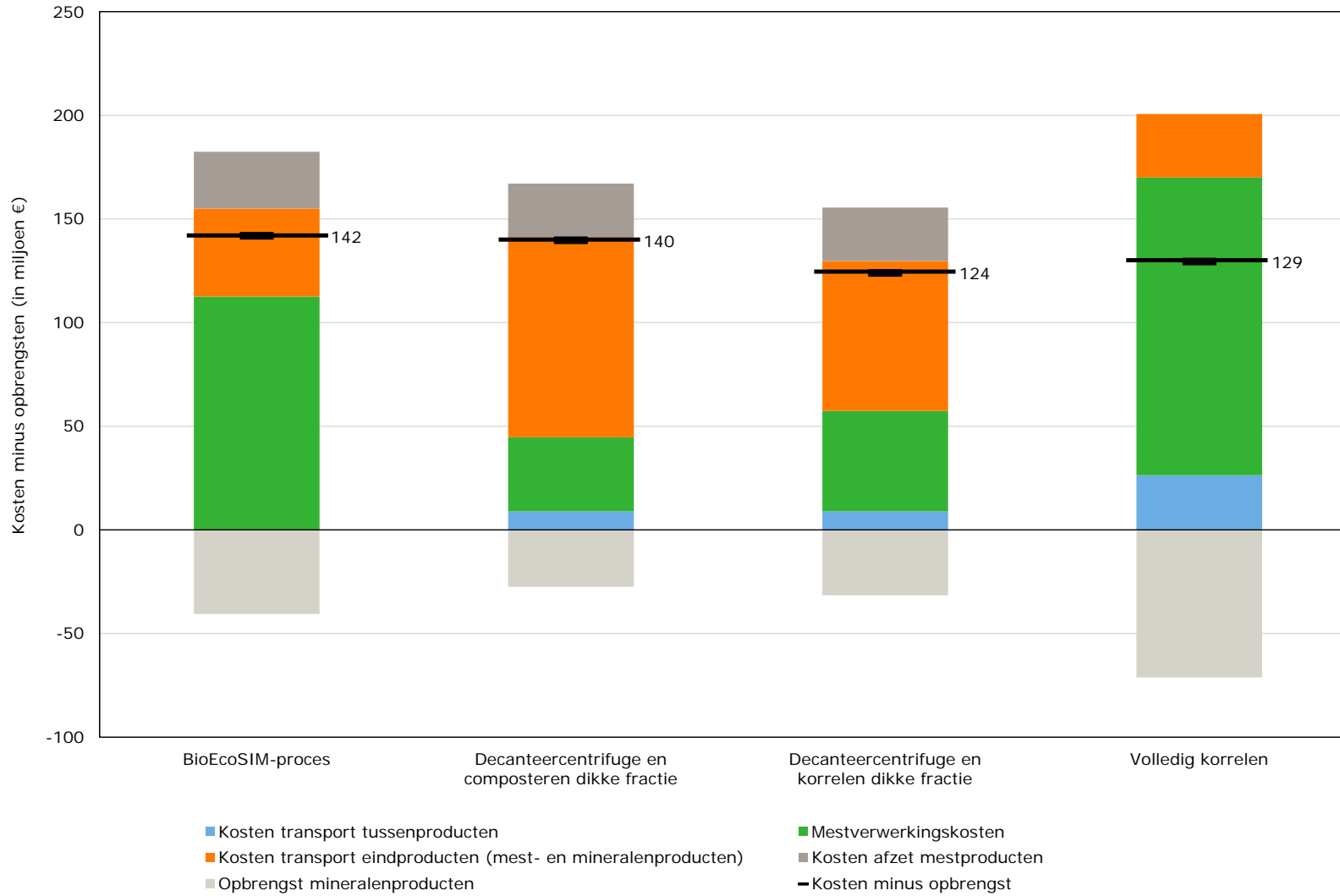
Figuur 3.5 geeft de mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten per mestverwerkingstechniek voor alle combinaties van prijs- en kostenniveaus. De optimale techniek als ook de verschillen in kosten minus baten tussen de technieken verschillen aanzienlijk met de prijs- en kostenniveaus. De duurste techniek kan soms bijna twee keer zo duur zijn als de goedkoopste techniek. In de meeste gevallen hebben korrelen van de dikke fractie na scheiding met een decanteercentrifuge of volledig korrelen de laagste kosten minus baten. Volledig korrelen is vaker optimaal bij lage mestverwerkingskosten, terwijl scheiden en korrelen van de dikke fractie vaker optimaal is bij hogere mestverwerkingskosten. Het BioEcoSIM-proces en scheiden met een decanteercentrifuge met composteren van de dikke fractie leiden in de meeste gevallen tot de hoogste kosten minus baten. Bij lagere mestverwerkingskosten is scheiden en composteren van de dikke fractie meestal het duurst, terwijl bij hogere mestverwerkingskosten het BioEcoSIM-proces het duurst is. Omdat de mestverwerkingskosten van scheiden en composteren van de dikke fractie relatief minder toenemen bij hogere mestverwerkingskosten, wordt deze techniek aantrekkelijker bij hogere mestverwerkingskosten.

Figuur 3.6 geeft de opbouw van de nettokosten, dat zijn de kosten minus de opbrengsten, per mestverwerkingstechniek bij gemiddelde opbrengstprijzen en kosten en een financiële waarde van organische stof van € 0,00/kg als alle vleesvarkensmest verwerkt zou worden met die techniek. Van alle technieken heeft de decanteercentrifuge en het korrelen van de dikke fractie de laagste kosten minus opbrengsten. Volledig korrelen heeft de tweede laagste kosten minus opbrengsten. Deze technieken leiden tussen € 11 en € 19 miljoen lagere nettokosten voor de gehele vleesvarkenssector in Nederland dan scheiden en composteren en het BioEcoSIM-proces. Verder is te zien dat de opbouw van de kosten en opbrengsten nogal verschilt per techniek. Zo zijn de verwerkingskosten hoog bij volledig korrelen vanwege de onttrekking van het grootste gedeelte van het water uit de mest. Composteren na decanteercentrifuge heeft relatief hoge transportkosten voor het eindproduct compost omdat dit nog relatief gezien veel water bevat. Bij het BioEcoSIM-proces zijn er geen transportkosten voor tussenproducten, aangezien dit een proces is welke op bedrijfsniveau plaatsvindt, maar zijn de verwerkingskosten hoog. Hierdoor is het BioEcoSIM-proces economisch minder aantrekkelijk. Bij volledig korrelen zijn de opbrengstprijzen voor de eindproducten aanzienlijk hoger dan bij de andere technieken. Dit komt doordat alle mineralen uit de vleesvarkensmest terecht komen in de korrels. Bij alle andere technieken wordt een gedeelte van de mineraleninhoud van de oorspronkelijke vleesvarkensmest afgezet binnen Nederland. De op deze manier afgezette mineralen leveren geen opbrengst op, er moet zelfs voor betaald worden. Dit geldt onder andere voor de dunne fractie en het residu product vanuit het BioEcoSIM-proces. Composteren van de dikke fractie na scheiding met een decanteercentrifuge is economisch minder aantrekkelijk, omdat de hogere transportkosten van het compost en lagere opbrengst van de eindproducten (vanwege een lagere werkingscoëfficiënt voor fosfaat en kali van compost) de lagere mestverwerkingskosten overstijgen.

In figuur 3.6 is gerekend zonder een financiële waarde voor de organische stof in de korrels. Als de organische stof in de korrels een financiële waarde zou hebben, dan zijn de opbrengsten bij volledig korrelen en korrelen van de dikke fractie na scheiding met een decanteercentrifuge hoger, waardoor de kosten minus de baten voor deze technieken nog lager zijn.



Figuur 3.5 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten per mestverwerkingstechniek per combinatie van prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in mesttransportkosten en rij 4 de variatie in mestverwerkingskosten.



Figuur 3.6 Opbouw kosten minus opbrengsten per mestverwerkingstechniek bij verwerking van alle vleesvarkensmest in Nederland.

4 Discussie, aanbevelingen en conclusies

4.1 Discussie

In het model zijn geen kosten gerekend voor opslag op het vleesvarkensbedrijf van de geproduceerde mest, omdat vleesvarkensbedrijven op dit moment al voldoende opslag voor alle mest hebben zonder mestverwerking. De mestopslagkosten worden dan niet beïnvloed door de beslissingsvariabelen in het model (P-gehalte in voer en mestverwerkingstechniek). Echter, als een vleesvarkensbedrijf structureel voor bijvoorbeeld centrale verwerking van de mest kiest met regelmatige afvoer naar de verwerkingsinstallatie, dan kan de opslag op het bedrijf mogelijk kleiner worden gemaakt dan bij afzet van onbewerkte mest. Hierdoor kunnen de investeringskosten in mestopslag op het vleesvarkensbedrijf uiteindelijk lager zijn, hetgeen dan meegenomen dient te worden bij het bepalen van de economisch optimale oplossing op de lange termijn. Dit is een overweging bij nieuwbouw van de mestopslag, en minder bij bestaande mestopslag. Als een vleesvarkenshouder een verwerkingstechniek kiest, die een kleinere mestopslag behoeft, zal hij zijn grote mestopslag hoogstwaarschijnlijk niet afbreken om een kleinere opslag te bouwen. Hij zal dan slechts een deel van de grotere opslag gebruiken. Bij een oplossing voor langere termijn dient het model te worden uitgebreid met de investeringskosten van mestopslag op het varkensbedrijf.

Het huidige model analyseert alleen de fosfaatmarkt van vleesvarkensmest in Nederland. Hiervoor is gekozen omdat vleesvarkensmest gemiddeld een hoger gehalte aan fosfaat heeft dan de drijfmestsoorten van runderen en fokvarkens, en de mest van pluimveesoorten allemaal al worden verwerkt, verbrand of geëxporteerd. Het model doet daarmee een partiële analyse waarbij de vleesvarkensmestmarkt los wordt gezien van de mestmarkten van andere diersoorten. Hierdoor zijn diersoort overschrijdende oplossingen niet meegenomen, zoals een verlaagde P-gehalte in het voer van fokvarkens of runderen. Bij een uitbreiding van het model met andere mestsoorten, zoals bijvoorbeeld fokvarkensmest en rundveemest, kunnen diersoort overschrijdende oplossingen wel worden geanalyseerd.

Deze studie berekent de economisch optimale oplossing op sectorniveau. De economisch optimale oplossing voor een individueel varkensbedrijf kan hiervan afwijken. In Nederland hebben de meeste vleesvarkenshouders nauwelijks eigen grond om mest af te zetten. Hierdoor hebben we verondersteld dat alle mest van het varkensbedrijf afgevoerd moet worden en buiten het varkensbedrijf afgezet wordt. Voor vleesvarkensbedrijven met eigen grond, kan de afweging van welke maatregelen economisch optimaal zijn verschillen van de hier gepresenteerde uitkomsten. Verlaging van het P-gehalte in voer kan dan aantrekkelijker worden, omdat dan minder mest afgevoerd hoeft te worden van het bedrijf waardoor bespaard wordt op de mestafzetkosten (Van Wagenberg en Backus, 1999).

Het model analyseert alleen de fosforcyclus, omdat er in 2018 mogelijk een fosfaatquotum voor melkvee wordt ingevoerd. Fosfaat is ook een van de belangrijkste mineralen die tot milieuproblemen door overbemesting hebben geleid in Nederland. Overbemesting door stikstof in de dierlijke mest leidt ook tot milieuproblemen. Met een uitbreiding van het model naar stikstof, kunnen ook oplossingen voor de gezamenlijke fosfor en stikstof problematiek worden geanalyseerd.

De prijzen van de mestproducten in het model zijn exogeen. Dat betekent dat deze prijzen in elke modelrun vastliggen en de optimale oplossing berekend wordt bij deze vaste prijs. De prijs is dus niet afhankelijk van de hoeveelheid product die op de markt gezet wordt. MERIT is ontwikkeld voor het doorrekenen van de economische robuustheid van business cases. In dergelijke gevallen zullen opbrengstprijzen vaak minder beïnvloedt worden door de hoeveelheden producten die door de business case geproduceerd worden. De opbrengstprijzen van de producten endogeen in het model opnemen leidt tot een niet-lineair mixed-integer optimalisatie probleem. Hiervoor is geen wiskundige optimalisatiemethode beschikbaar die de optimale oplossing garandeert. In de toepassing van MERIT in deze studie op de gehele markt van vleesvarkensmest zijn er wel effecten te verwachten op de

mestafzetprijs. Het is waarschijnlijk dat als het aanbod van dierlijke mest op de binnenlandse markt daalt tot beneden de vraag, dit zal in de praktijk leiden tot een prijscorrectie van de opbrengstprijzen van vleesvarkensmest en dunne fractie waardoor de in Nederland beschikbare afzetruimte toch (grotendeels) wordt benut. De uitkomsten van de resultaten bij de lagere mestopbrengstprijzen geven een indicatie van de optimale oplossing voor die situatie.

4.2 Aanbevelingen

- Focus voor het oplossen van het fosfaatprobleem in de vleesvarkensmest op mestverwerking en niet op lagere fosforgehaltes in het voer.
- Volledig korrelen en korrelen van de dikke fractie na scheiding met een decanteercentrifuge zijn op sectorniveau aantrekkelijke mestverwerkingstechnieken om verder te ontwikkelen voor de verwerking van vleesvarkensmest in Nederland, zelfs als de organische stof in de korrels geen financiële waarde heeft.
- Zoek afzetmarkten voor korrels waar de organische stof een financiële waarde heeft, zodat deze technieken nog aantrekkelijker worden.
- Composteren van de dikke fractie na scheiden is minder aantrekkelijk om verder te ontwikkelen voor de verwerking van vleesvarkensmest in Nederland, omdat de hogere transportkosten en lagere opbrengstprijzen de baten van de lagere mestverwerkingskosten overstijgen.

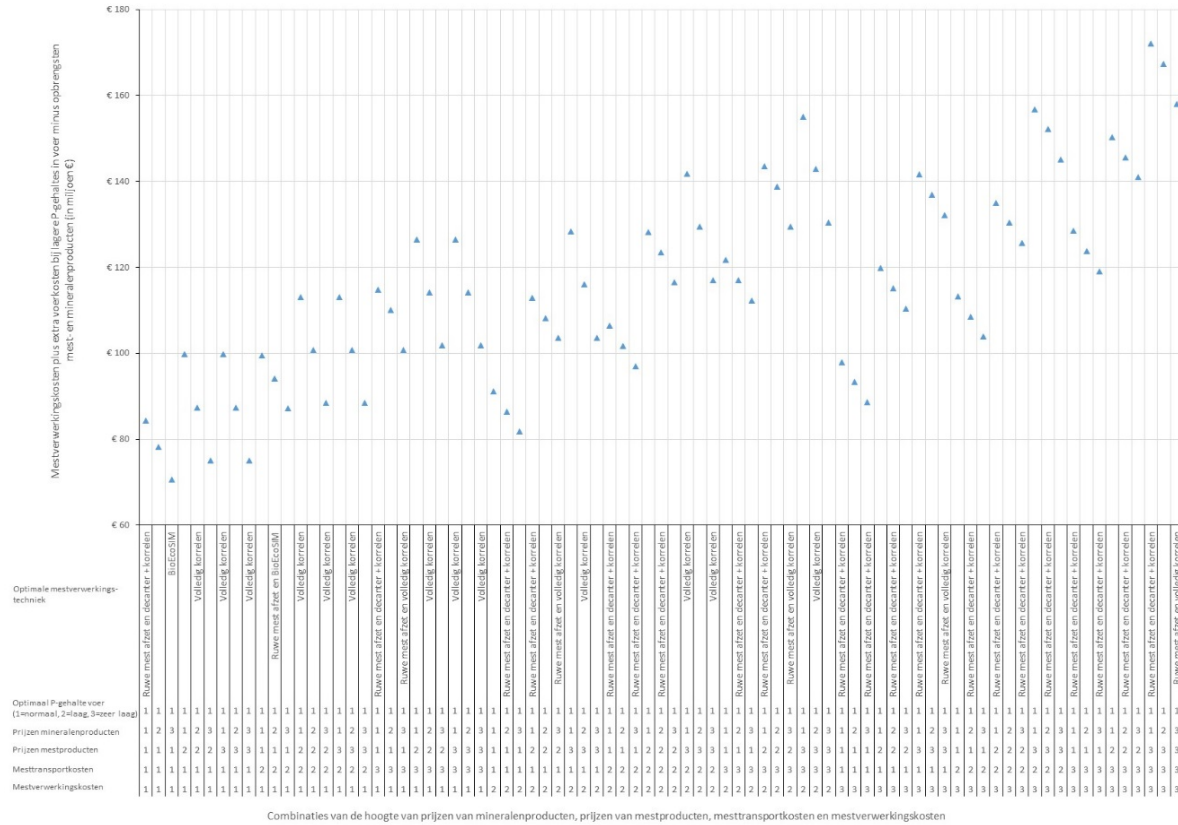
4.3 Conclusies

- Voor vleesvarkenssector is verlaging van P-gehalte in het voer economisch niet aantrekkelijk om de fosfaatproblematiek op te lossen als er een fosfaatoverschot is vanuit vleesvarkensmest.
- De optimale techniek voor verwerking van vleesvarkensmest op sectorniveau is onafhankelijk van de resterende fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland.
- Volledig korrelen en korrelen van de dikke fractie na scheiding met een decanteercentrifuge zijn de aantrekkelijkste mestverwerkingstechnieken voor vleesvarkensmest op sectorniveau, als de prijs van de korrels bepaald wordt door de mineraleninhoud. Deze twee worden nog aantrekkelijker als de organische stof ook een financiële waarde heeft.
- Het scheiden van vleesvarkensmest met een decanteercentrifuge en vervolgens composteren van de dikke fractie is economisch minder aantrekkelijk op sectorniveau omdat de hogere transportkosten en lagere opbrengstprijzen de baten van de lagere mestverwerkingskosten overstijgen. Het is gunstiger om de dikke fractie te korrelen dan te composteren. Het BioEcoSIM-proces is ook minder aantrekkelijk, omdat de verwerkingskosten hoog zijn terwijl de opbrengsten van de eindproducten relatief beperkt zijn.

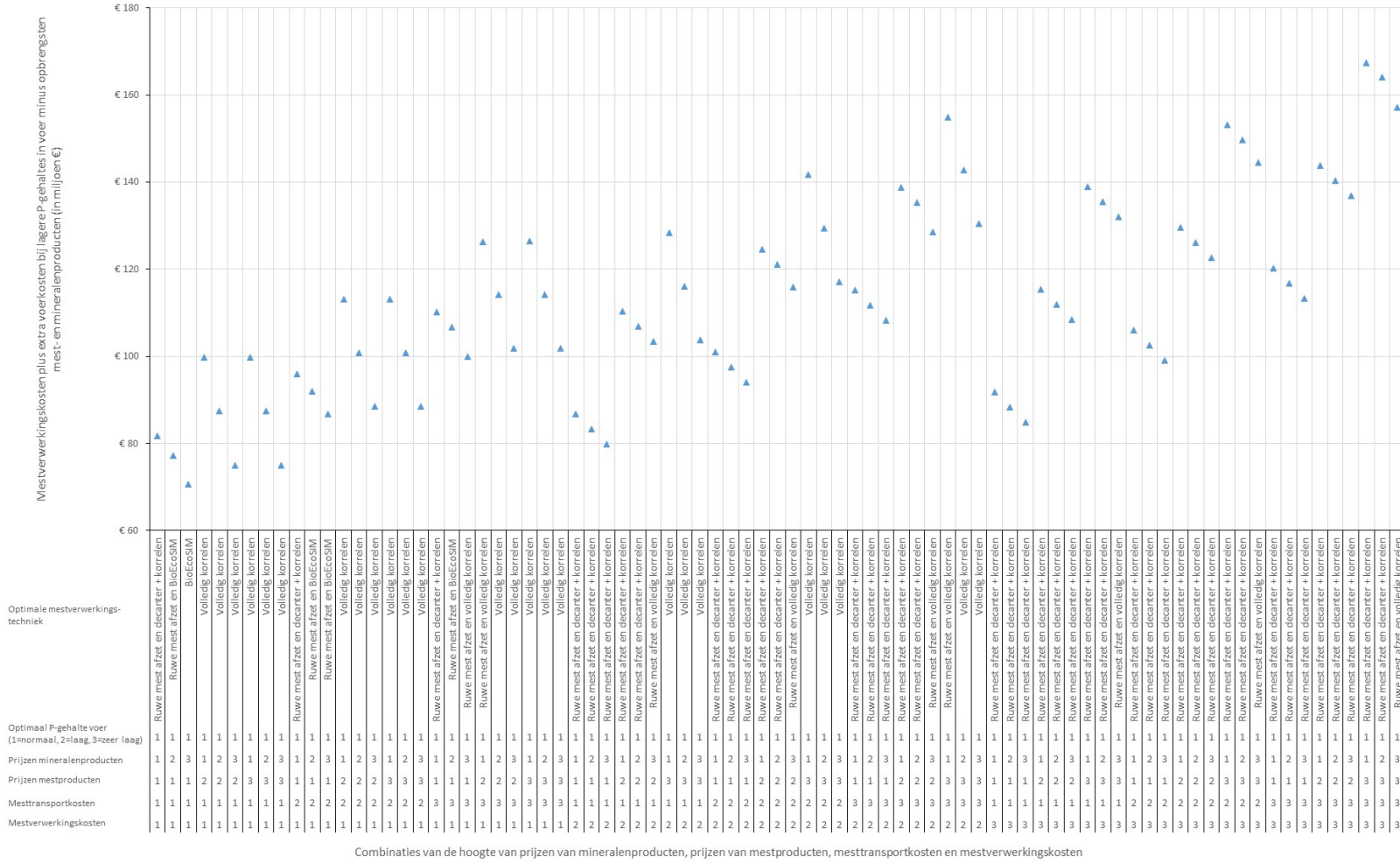
Literatuur en websites

- Bedrijveninformatienet, 2015. Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research.
- BioEcoSIM, 2017. Nog niet gepubliceerd resultaat van het BioEcoSIM-project.
- Broens, D.F., H. Luesink en M. van Galen, 2012. Bio-based park Cuijk, innovatieve contracten in de mestmarkt. Rapport VR 2012-001, LEI Wageningen UR, Den Haag.
- CBS, 2016. Dierlijke mest en mineralen 2015. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire. Gedownload van <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2016/41/dierlijke-mest-en-mineralen-2015> op 4 oktober 2017.
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2017. Bemestingsadvies. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, p.a. Wageningen Livestock Research, Wageningen. Gedownload van <http://edepot.wur.nl/413891> op 4 oktober 2017.
- De Koeijer, T., C. de Lauwere en H. Luesink, 2017. Handelsverkeer in de mestmarkt. Den Haag, LEI Wageningen UR, concept rapport.
- Dijkhuizen, A.A. en R.S. Morris, 1997. Animal Health Economics. 1st ed. Postgraduate Foundation in Veterinary Science, University of Sydney, Sydney, Australië.
- Melse, R.W., P. Hoeksma en N.W.M. Ogink, 2017. Technische bovengrenzen van P₂O₅ gehalte dikke fractie na scheiding drijfmest met decanteercentrifuge. Vertrouwelijk rapport, Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Oenema, O., 2015. Advies over percentages mestverwerking in 2016. Wageningen, Commissie van Deskundigen Meststoffenwet.
- Romijn, G. en G. Renes, 2013. Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten batenanalyse. CPB/PBL, Den Haag.
- Schröder, J., F. de Buissonje, G. Kasper, N. Verdoes en K. Verloop, 2009. Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde. Wageningen Plant Research International, Rapport 287, Wageningen.
- Uenk, J.H., M. Vermeulen en H. Luesink, 2012. Afzetmarkt voor varkensmestkorrels. Rapport DOFCO BV.
- Van Bruggen C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof en J. Vonk, 2015. Emissies naar de lucht uit de landbouw, 1990-2013. WOt technical report 46, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Horne P.L.M., en H.H. Luesink, 2009. Market for dry poultry manure 2008-2019. Interne notitie, LEI, Den Haag.
- Van Wagenberg, C.P.A., en G.B.C. Backus, 1999. Model MINERALENSTROOM. Proefverslag nummer P1.221, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Bijlage 1 Optimale oplossing bij verschillende fosfaatafzetruimtes voor vleesvarkensmest in Nederland

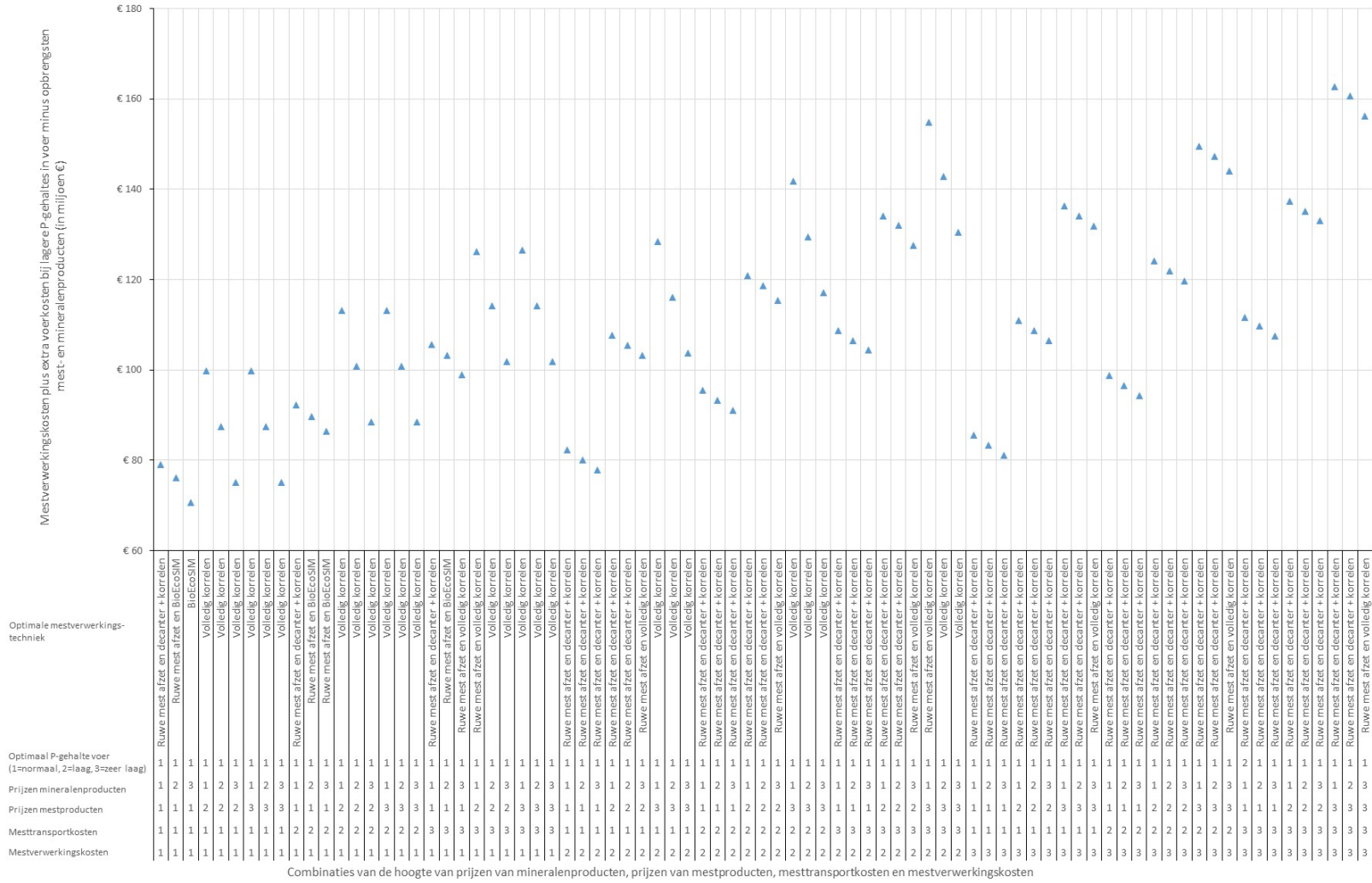


Figuur B1.1 Mestverwerkingskosten plus extra voerkosten bij lagere P-gehalten in het voer minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten bij een fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland van 5,8 miljoen kg. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in P-gehalte in het voer, de variatie in mestverwerkingskosten en rij 4 de variatie in mesttransportkosten.



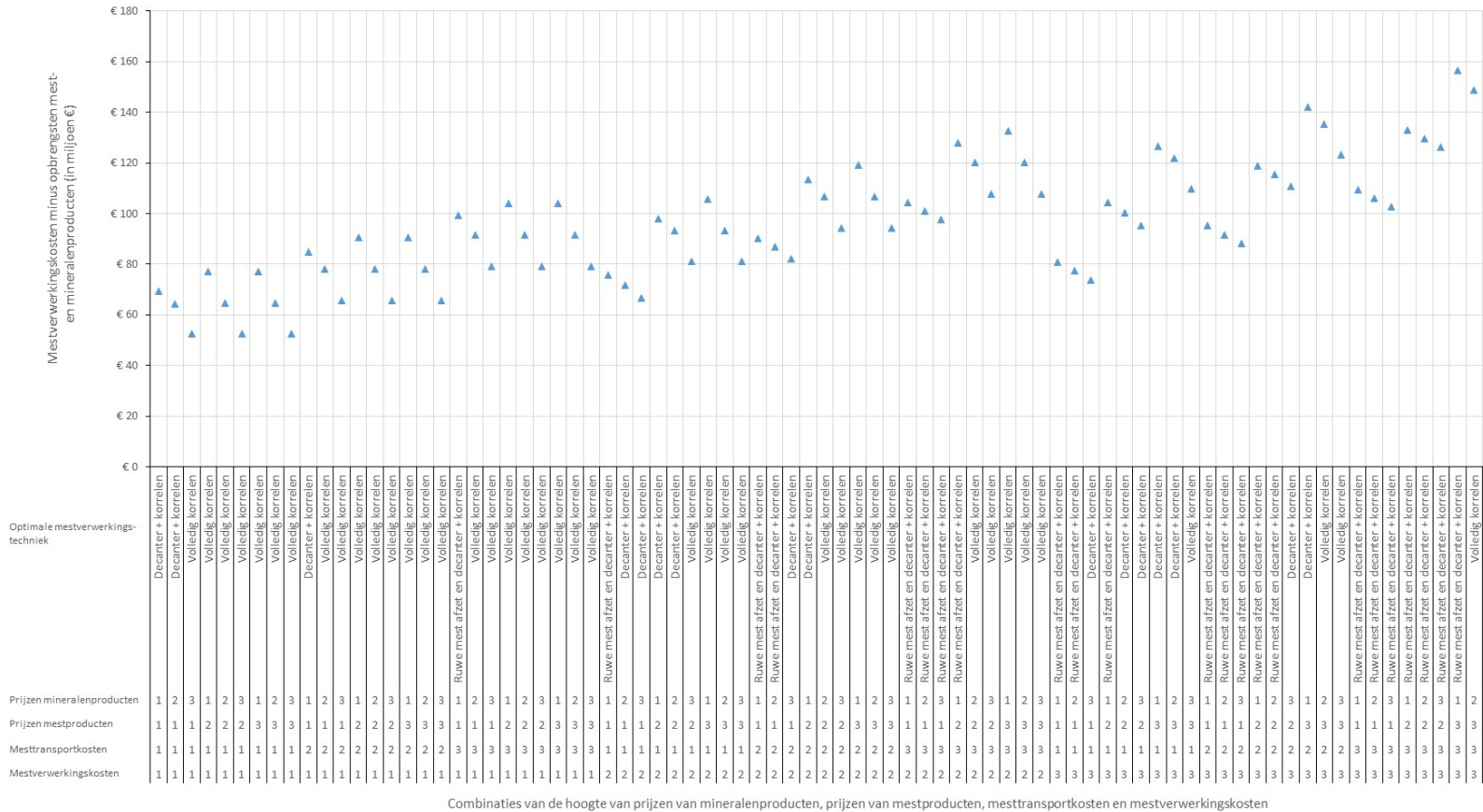
Combinaties van de hoogte van prijzen van mineralenproducten, prijzen van mestproducten, mesttransportkosten en mestverwerkingskosten

Figuur B1.2 Mestverwerkingskosten plus extra voerkosten bij lagere P-gehalten in het voer minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten bij een fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland van 10,8 miljoen kg. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in P-gehalte in het voer, de variatie in mestverwerkingskosten en rij 4 de variatie in mesttransportkosten.



Figuur B1.3 Mestverwerkingskosten plus extra voerkosten bij lagere P-gehalten in het voer minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten bij een fosfaatafzetruimte voor vleesvarkensmest in Nederland van 15,8 miljoen kg. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in P-gehalte in het voer, de variatie in mestverwerkingskosten en rij 4 de variatie in mesttransportkosten.

Bijlage 2 Optimale oplossing bij organischestofwaarde van € 0,05/kg



Figuur B2.1 Voerkosten plus mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten en optimale mestverwerkingstechniek bij een opbrengstprijs van organische stof in korrels van €0,05/kg. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van laag (1), gemiddeld (2), naar hoog (3), rij 2 de variatie in opbrengstprijzen van mestproducten, rij 3 de variatie in mestverwerkingskosten en rij 4 de variatie in mesttransportkosten.

Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E communications.ssg@wur.nl
www.wur.nl/economic-research

Wageningen Economic Research
RAPPORT
2018-020

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E communications.ssg@wur.nl
T +31 (0)70 335 83 30
www.wur.nl/economic-research

Report 2018-020
ISBN 978-94-6343-748-6

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

